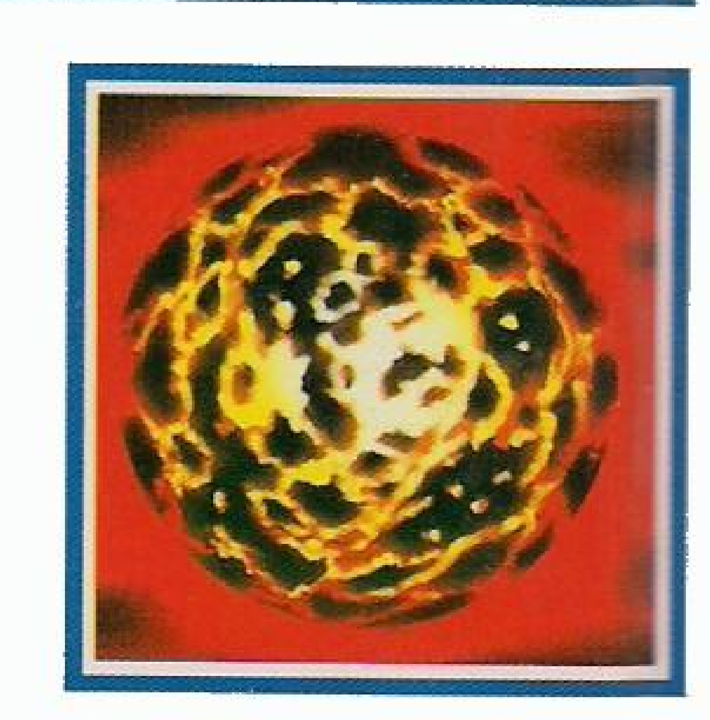
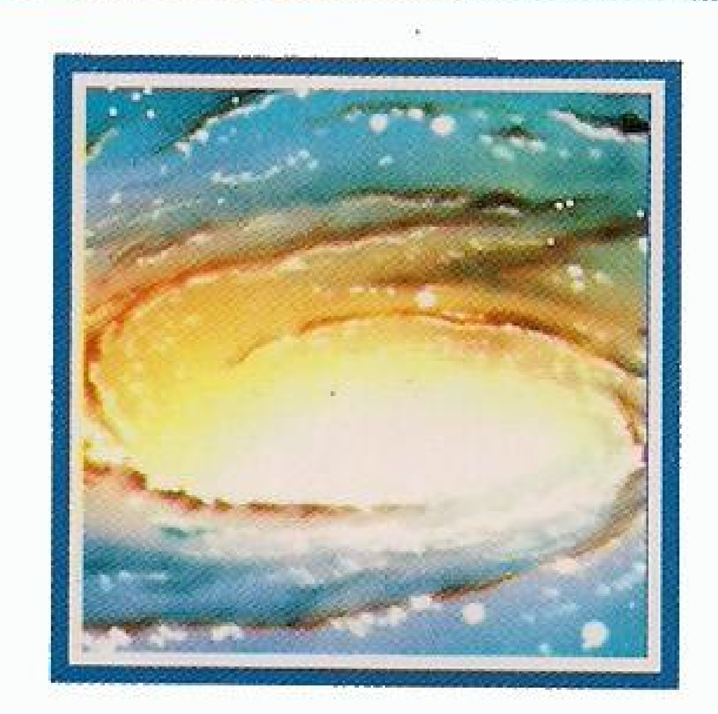
كيف تتكوّن

أصل الكون



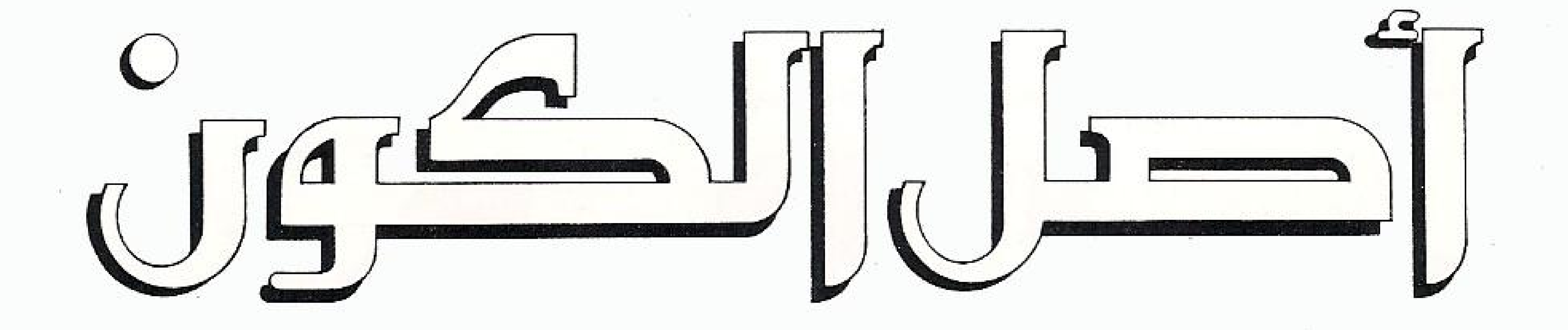




أكاديميا

Ashraf Omar Samour
Arabcommix






أصل الكون

أكاديميا هي العلامة التجارية لأكاديميا إنترناشيونال
للنشر والطباعة

أصل الكون

أكاديميا انترناشيونال
الفرع العلمي من دار الكتاب العربي
ص.ب. 6669-113 بيروت، لبنان
هاتف 862905-800811-800832
فاكس 805478 (009611)

ACADEMIA is the Trade Mark of Academia International
for Publishing and printing

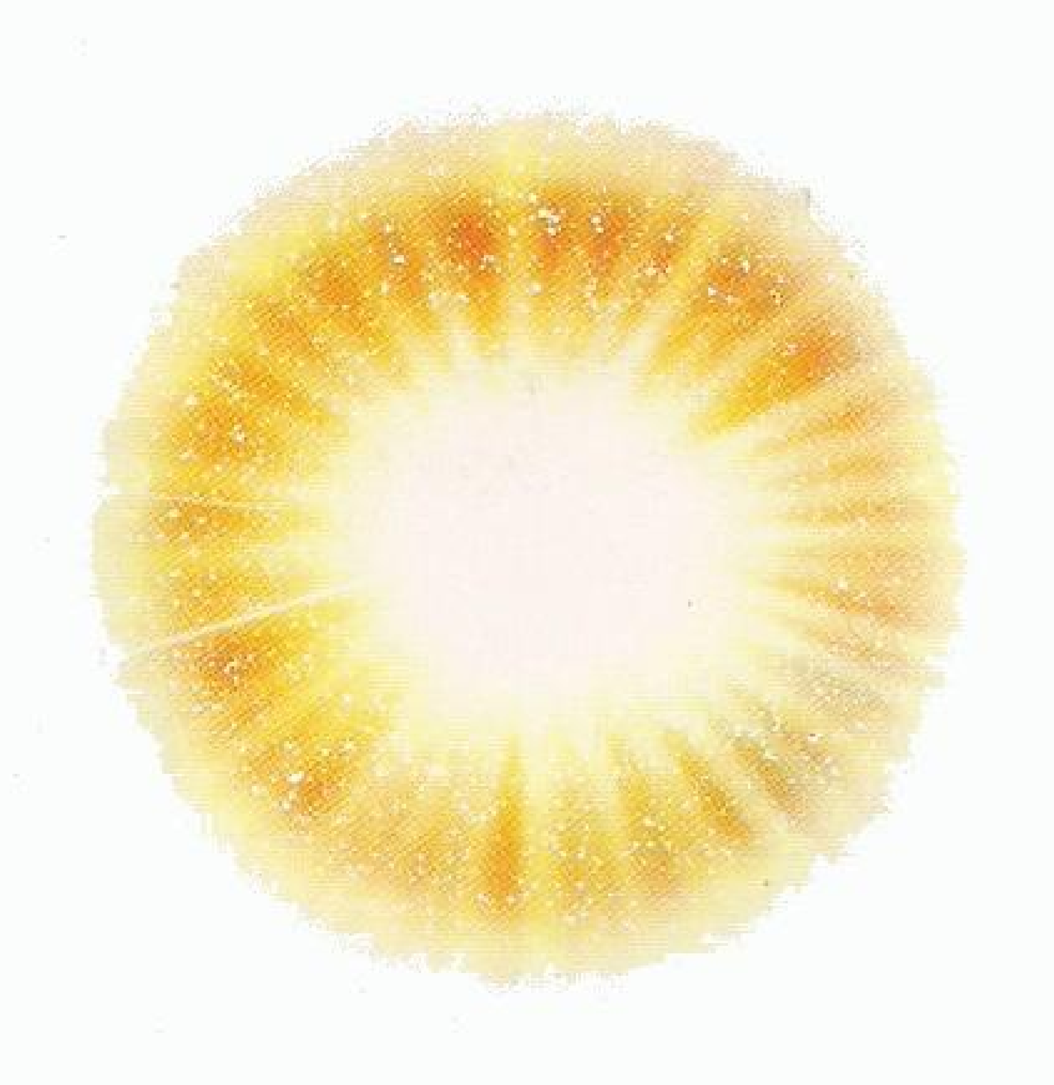
Authorized translation from Spanish Language Edition:

EL ORIGEN DEL UNIVERSO

Academia International
Scientific Division of Dar Al-Kitab Al-Arabi
P.O. Box 113-6669 Beirut, Lebanon
Tel 800832-800811-862905
Fax (009611) 805478

كيف تتكوّن

أصل الكون



تأليف: أندريو ياماس

رسوم : لويس ريثو

ترجمة : ألفيرا نصور



أصل الكون

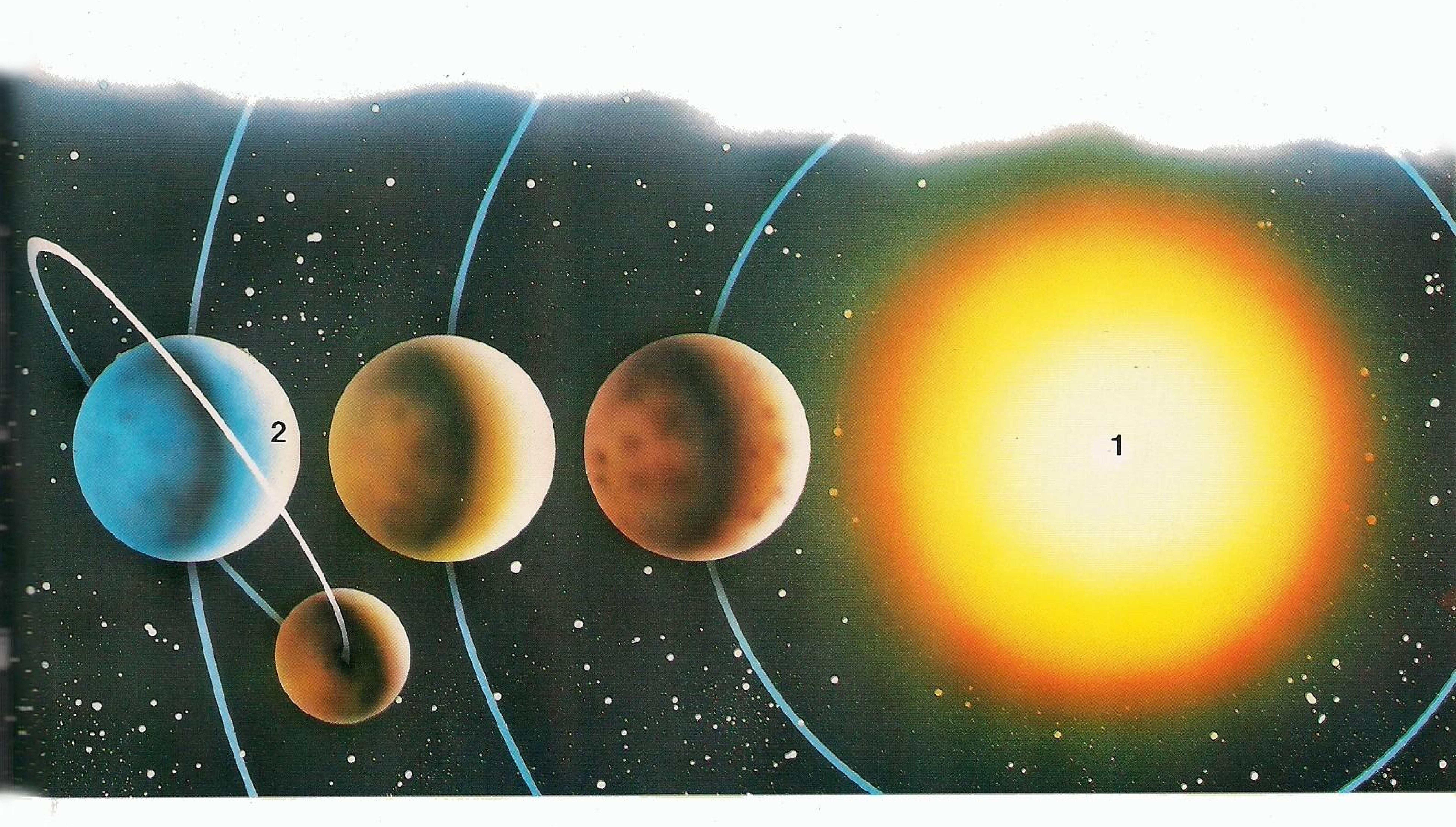
تَساءل العلماءُ على مرّ الأزمنةِ والعُصور حول زمنِ وكيفيّةِ نُشوء الكون. ولا شكّ في أنّ الفُضولَ يدفعُك أنتَ أيضاً لمعرفة ذلك. كانت النظريّاتُ الأولى في نُشوء الكَوْنِ غريبةً بعض الشيء وترتبطُ دائماً بالأديان. ففي الكثير من الأساطير القديمة، مثلاً، كان الشمسُ والقمرُ يُعتبَران من آلهة الخير، إذ إن الشمسَ تُعطينا النورَ والدفءَ في النهار ويُلطّف القمر ظلام الليل.

وعندما بدأ الفلكيّون الأوائل بالظهور، رصدوا السماءَ وقاموا بأولى المُشاهدات العلمية، إلاّ أنّهم غالباً ما ارتكبوا الأخطاء:

وفي اليونان القديمة، مثلاً، كان يُعتقَد أن الأرضَ هي مركزُ الكون.

في القرن السادس عشر، برهنَ كوبرنيكوس أن الأرضَ والكواكبَ الأخرى تدور جميعها حول الشمس. وفي القرن الثامن عشر، تَبيَّن أن النجومَ التي نُشاهدُها من الأرضِ تُشكِّل معاً تجمُّعاً كبيراً يُعرَف بدرب اللبّانة، وهي المجرَّةُ التي يُوجد فيها نظامنا الشمسيّ.

وكما ترى، ومع تقدّم معلوماتنا حول الكون، تبيَّن لنا أنه أكبر بكثير ممّا كنا نتصوّر!



يبدو في الأعلى الرسم البياني للكون بحسب كوبرنيكوس. وقد لَقي التفسير المنطقي والمادي للكون، كما تقدّم به كوبرنيكوس، معارضة شديدة من قِبل العلم «الرسمي»، الذي كان يمثِّل مواقف الكنيسة.



كان بطليموس، الفلكي اليوناني الذي عاش في القرن الثاني للميلاد، يعتقد أن الأرض هي مركز الكون، وأن الشمس والقمر والكواكب الأخرى تدور حولها.

كان اليونانيون القدامى يعتقدون أن الشمس تنتقل في كبد السماء في مركبة يقودها الإلَه هيليوس.

تنتصب في سالزبوري حجارة ضخمة. ويعتقد بعض العلماء أن هذه المجموعات الحجرية كانت تستعمَل كمراصد فلكية في العصور القديمة.

1 الشمس هي المركز وجميع الكواكب تدور حولها.

2 الأرض هي أحد هذه الكواكب وتدور مثلها حول الشمس.

3 الكرة اللامتحرِّكة المؤلَّفة من النجوم الثابتة.

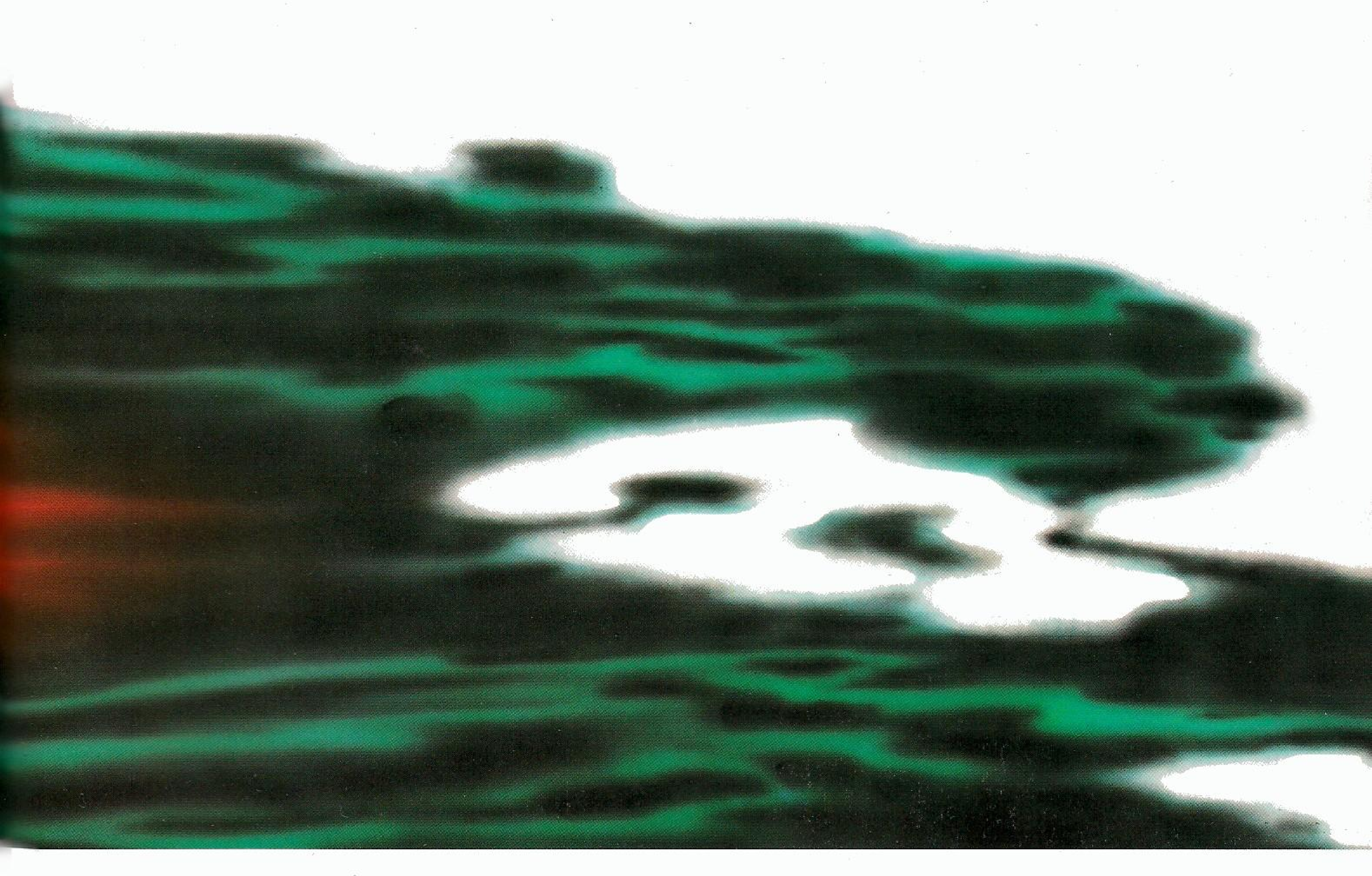
قبل الانفجار: لحظة البداية

اكتشف العُلماءُ أنّ الكونَ يتوسَّعُ في الوقت الحاضر، وأنّ جميعَ المجرّاتِ يبتعد بعضُها عن بعض بشكل متزايد. ولكن هذا يعني أننا إذا ما رجَعَنا في الزمن سنصل إلى وقتٍ نجد فيه جميع المجرّات مجتمعةً في مكان واحد صغير الحجم: وهذا بالضبط ما يقوله العلماء!

يَعتقدُ العلماءُ أنه في البدء، أي منذ 15000 أو 20000 مليون سنة تقريباً، كانت كلُّ مادّةِ الكون وطاقتِهِ مجتمعَتَيْن ومركَّزتَيْنَ في نقطة بالغة الصِّغَر تصل درجةُ حرارتِها إلى ملايين الدرجات المئوية. ثم حصل بعد ذلك انفِجارٌ عظيم (بيغ بانغ)، وبدأ الكونُ يتوسّع بسرعة في جميع الاتجاهات.

إلا أن الزمنَ السابقَ للانفجار الذي شكَّل كَوْنَنا الحالي لا يزال لُغزاً كبيراً يُحيِّرُ العلماء.

ولم يتمكَّنْ أيُّ عالِمٍ من تحديد ما كان حاصلاً قبل الانفجار، لكنَّ بعضَ العلماء يقولون إنه قبل ولادة الكون لم يكن هناك أيُّ شيءٍ على الإطلاق. إنها مسألةٌ معقّدة حقاً!



نظرية الانفجار العظيم هي أكثر النظريات قبولاً بين العلماء حالياً. غير أن هذه النظرية تثير العديد من الشكوك: فعلى سبيل المثال، ما الذي كان موجوداً قبل أن تجتمع كل المادة والطاقة في مكان واحد؟

بفضل اختراع المِقراب (التلسكوب)، بدأ غاليليو بتفسير حركة النجوم.

كان القمر أول الألغاز التي جذبت انتباه الفلكيين. ولدينا اليوم خريطة مفصَّلة لسطح القمر بفوّهاته و «بُحوره»، التي هي مناطق مظلمة أحدثت فيها الحمم فوّهاتٍ كبيرة ضخمة.



1 في البدء كانت كل مادة الكون وطاقته مجتمعتين في نقطة واحدة.

2 كانت درجة الحرارة مرتفعة جداً: يؤكّد بعض العلماء أنها كانت تصل إلى 1032 مليون درجة مئوية.

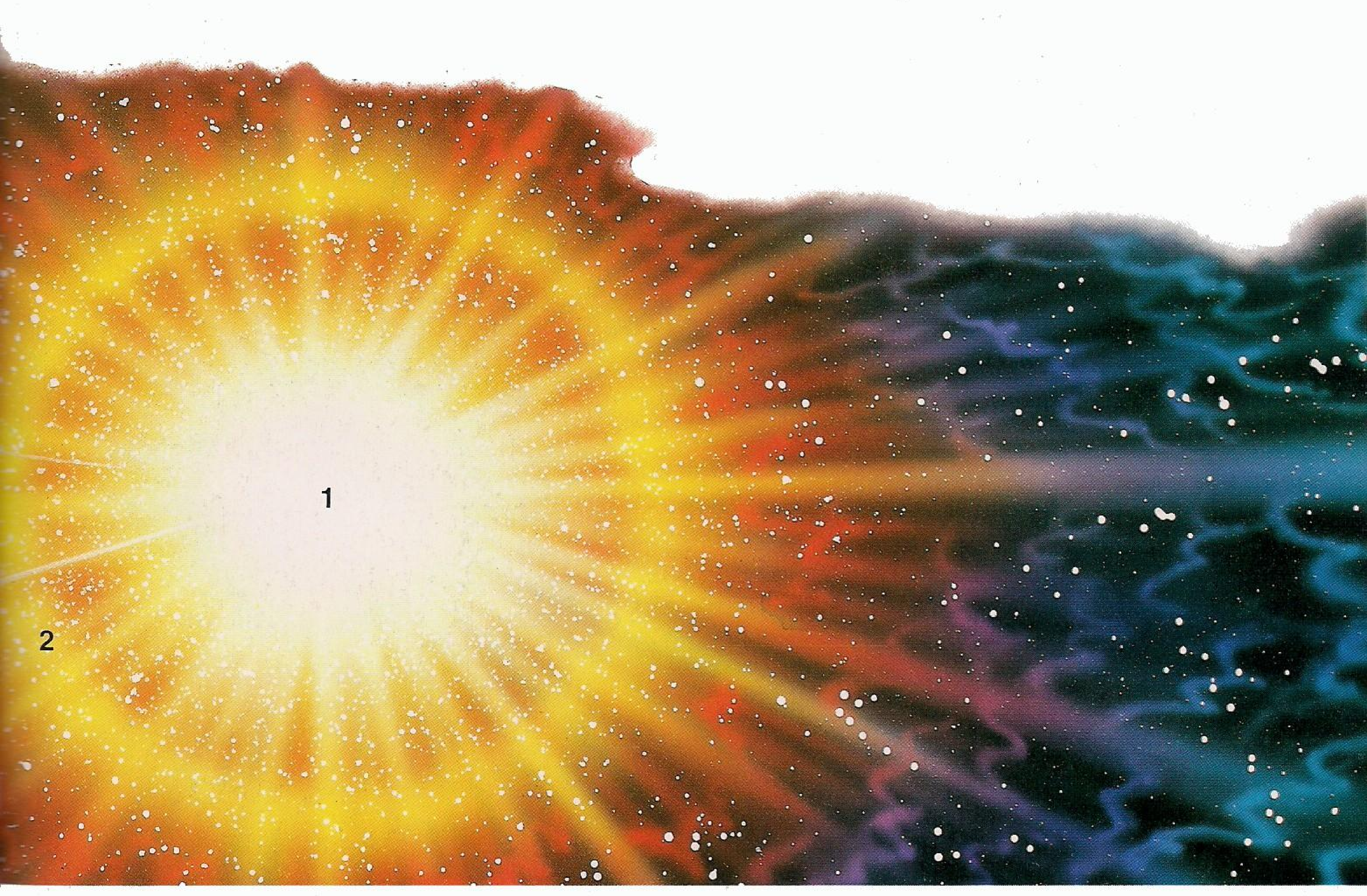
3 كان الظلام الدامس والفراغ التام يسودان حول نقطة التركيز.

الثانية الأولى بعد الانفجار العظيم

اعتمد الفلكيّون السرعةَ الحاليةَ لتوسُّعِ الكونِ لحسابِ الزَمنِ الذي حصلَ فيه الانفجارُ العظيم. وقد توصّلوا إلى أنّ الانفجارَ العظيمَ حدث منذ 15000 أو 20000 مليون سنة تقريباً!

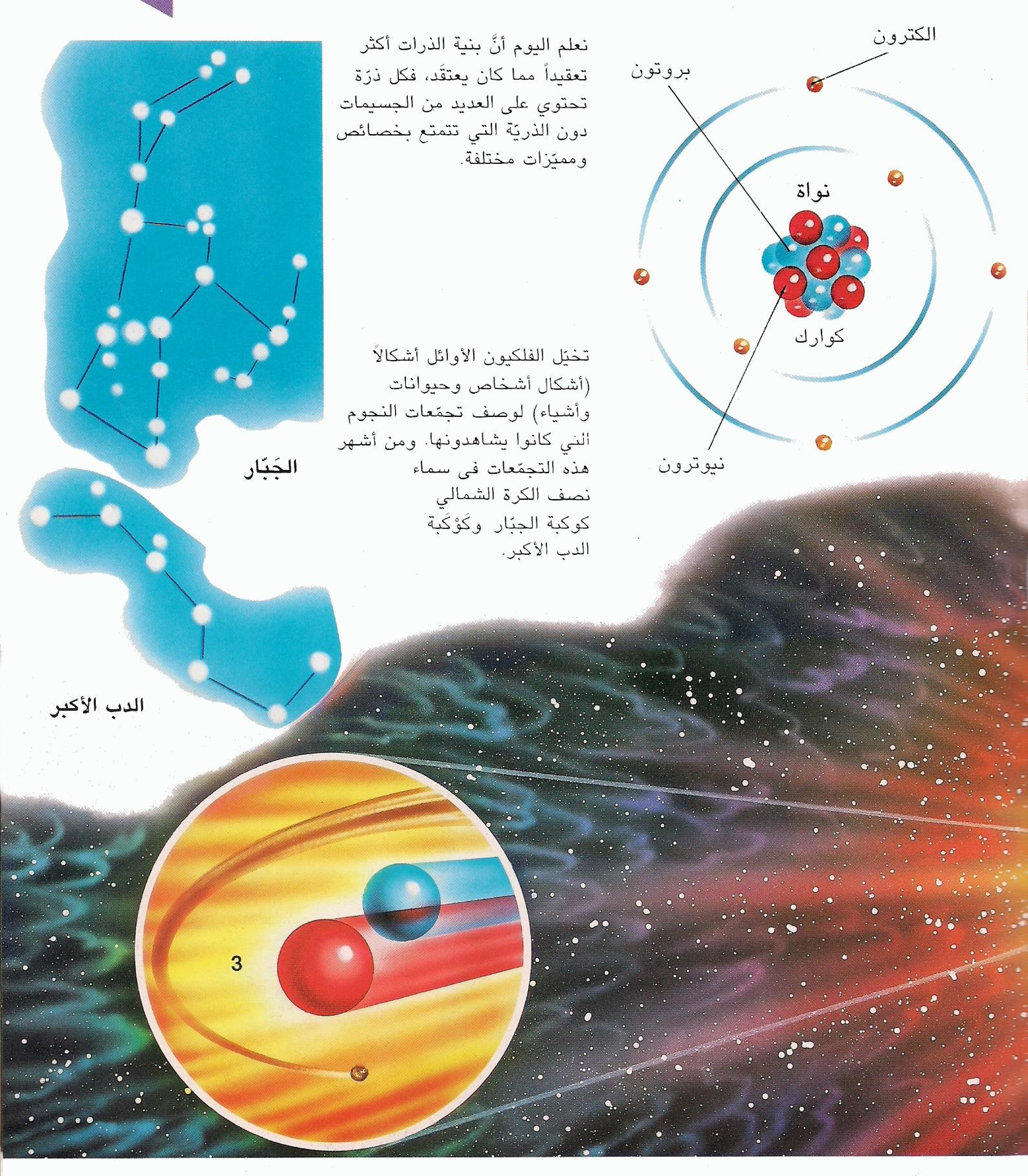
رأينا فيما سبق أنّ كلَّ المادةِ والطاقةِ الموجودتَيْن في الكون كانتا مركّزتَيْن لحظةَ حدوثِ الانفجار في نقطةٍ واحدةٍ بالغة الصِّغر، ما جعلَ درجاتِ الحرارة تصلُ إلى بلايين الدرجات المئوية.

بعد الانفجار، أخذ الكونُ يتوسّعُ بسُرعةٍ كبيرة يُرافقُها انخفاضٌ كبير في درجات الحرارة: بعد 0.00001 ثانية تقريباً على حدوث الانفجار، انخفضت درجة الحرارة من 1032 مليون درجة مئوية الى 1014 مليون درجة مئوية تقريباً، ما سمح للجُسَيْمات دون الذريّة (الكوارك) الحرّة بالالتحام لتشكيل بروتونات ونيوترونات كوّنت فيما بعد النَوى الذريّة. بعد مرور ثانية واحدة على الانفجار العظيم، كانت المادةُ الكونيّة قد أصبحت مكوَّنةً من بروتونات ونيوترونات وإلكترونات.



في البدء كان الكون كرةً مشتعلة من الغاز الحار والكثيف. وبعد حدوث الانفجار أخذ الكون يتوسّع وانخفضت درجة حرارته بسرعة. لكنه لا يزال يحتوي على العديد من البؤر الحارّة، كالنجوم.

1 توسّع الكون بسرعة هائلة في اللحظات الأولى التي تلت الانفجار.



نعلم اليوم أنَّ بنية الذرات أكثر تعقيداً مما كان يعتقَد، فكل ذرّة تحتوي على العديد من الجسيمات دون الذريّة التي تتمتع بخصائص ومميّزات مختلفة.

تخيّل الفلكيون الأوائل أشكالاً (أشكال أشخاص وحيوانات وأشياء) لوصف تجمّعات النجوم التي كانوا يشاهدونها. ومن أشهر هذه التجمّعات في سماء نصف الكرة الشمالي كوكبة الجبّار وكَوْكَبة الدب الأكبر.

2 انخفضت درجة الحرارة بسرعة إلاّ أنها ظلّت تبلغ ملايين الدرجات المئويّة.

3 بدأت الجُسيمات دون الذريّة الأولى بالظهور (بروتونات ونيوترونات والكترونات)، وشكّلت ذرّات الكون الأولى.

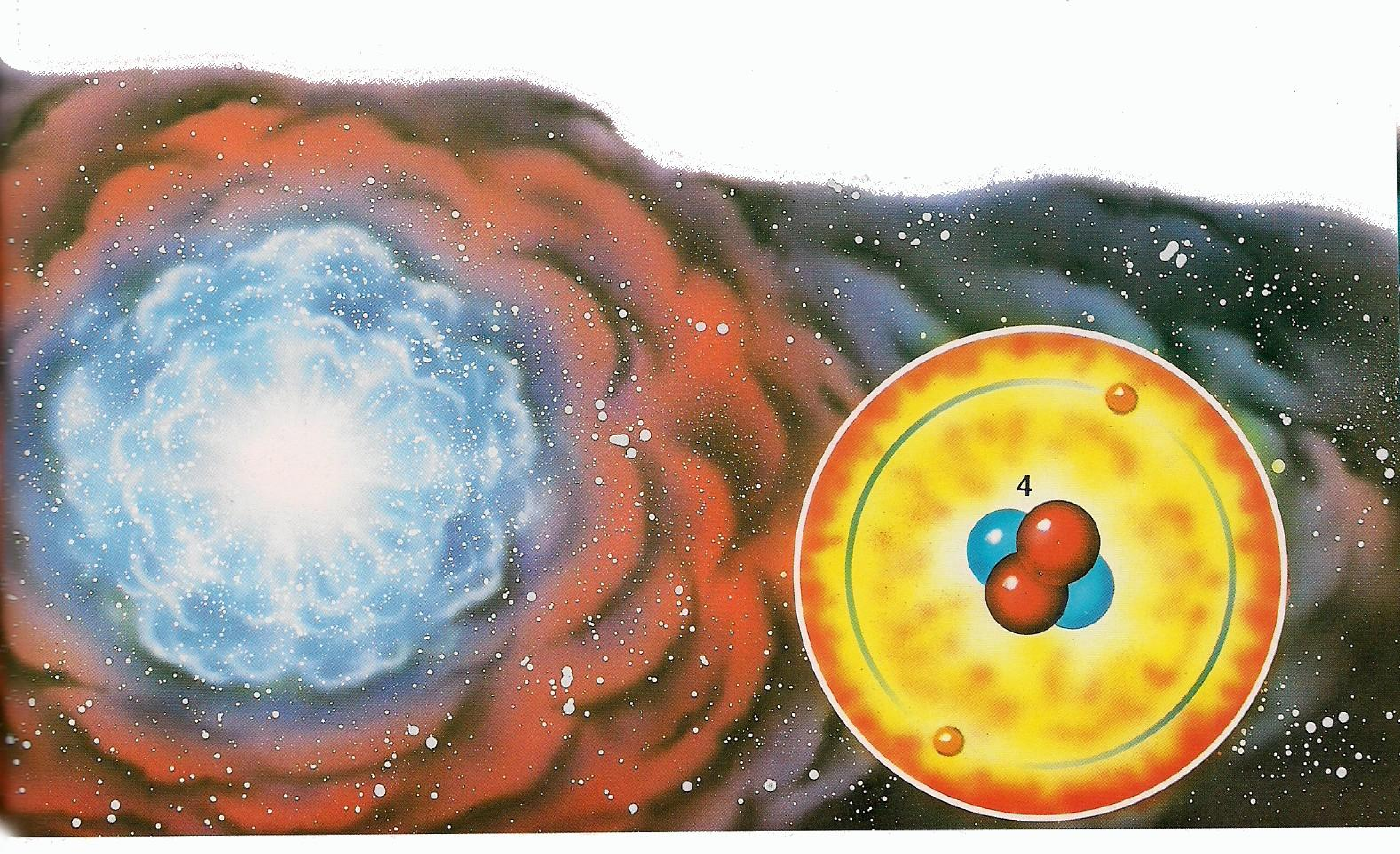
ولادة الضوء في الكون

بعد 100 ثانيةٍ تقريباً على الانفجار، انخفضت درجةُ حرارةِ سحابةِ المادَّة الكونية السريعة التمدّد إلى 1000 مليون درجة مئوية «فقط».

وقد سمح هذا الابتراد بتشكُّل أولى النَوى الذرية الكاملة داخلَ هذه السحابةِ الحارّة الهائلة، وذلك بالتحام الجُسَيْمات دون الذرية البالغة الصِّغَر. جرت هذه العمليةُ بسرعةٍ كبيرةٍ وقد حَسَب العلماءُ أن الذرّات الأولى بدأت بالتشكُّل بعد ساعتين ونصف تقريباً من الانفجار العظيم. وهكذا بدأت مادة الكون تتَّخذُ الشكلَ الذي نعرفه اليوم!

بعد مرور مليون سنة توسّعت فيها بقايا الانفجار وشكّلت كَوْنَنا، بدأ الغازُ يتكثَّفُ إلى كتلٍ ضخمة أُطلِق عليها اسم المجرّات الأوليّة.

مع الوقت تحوّلت هذه المجرّات الأوليّة إلى المجرّات المختلفة التي يحويها الكون.
فالكونُ لا يتألّف من مجرّةٍ واحدةٍ فقط بل من الكثير منها. إن أقربَ مجرّةٍ إلى مجرّتنا هي مجرّة المرأة المسَلْسَلَة Andromeda، التي تقعُ على بعد مليونَي سنة ضوئية «فقط».



كان لا بدّ من مرور مليون سنة على الانفجار العظيم كي تتمكّن الفوتونات من التحرّك بحريّة دون أن تصطدم بجسيمات أخرى. وقد أدّى ذلك الى ولادة الضوء في الكون.

1 بعد بضع دقائق من الانفجار، بدأت النوى الذرية الأولى بالتشكّل داخل هذه السحابة الهائلة.



السديم (أو الغيمة السديمية) سحابة مكوَّنة من الغاز والغبار الكوني ويكون السديم مرئيًا إذا توهَّج الغاز أو إذا عكس السديمُ ضوء النجوم (السديم العاكس). ويمكن أيضاً رؤية السديم عندما يحجب الضوءَ الذي تطلقه أجرام بعيدة (السديم المظلِم). ويبدو هنا شكل سديم أس الحصان (سديم مظلِم) والثريّا (سديم عاكِس).

رأس الحصان



الثريّا



ماجلان

تبدو هنا الصورة البصرية لسحابة ماجلان الكبرى، وهي مجرّة ذات شكل غير مُتَّسِق.

2 ظهرت ذرات الهيدروجين الأولى.

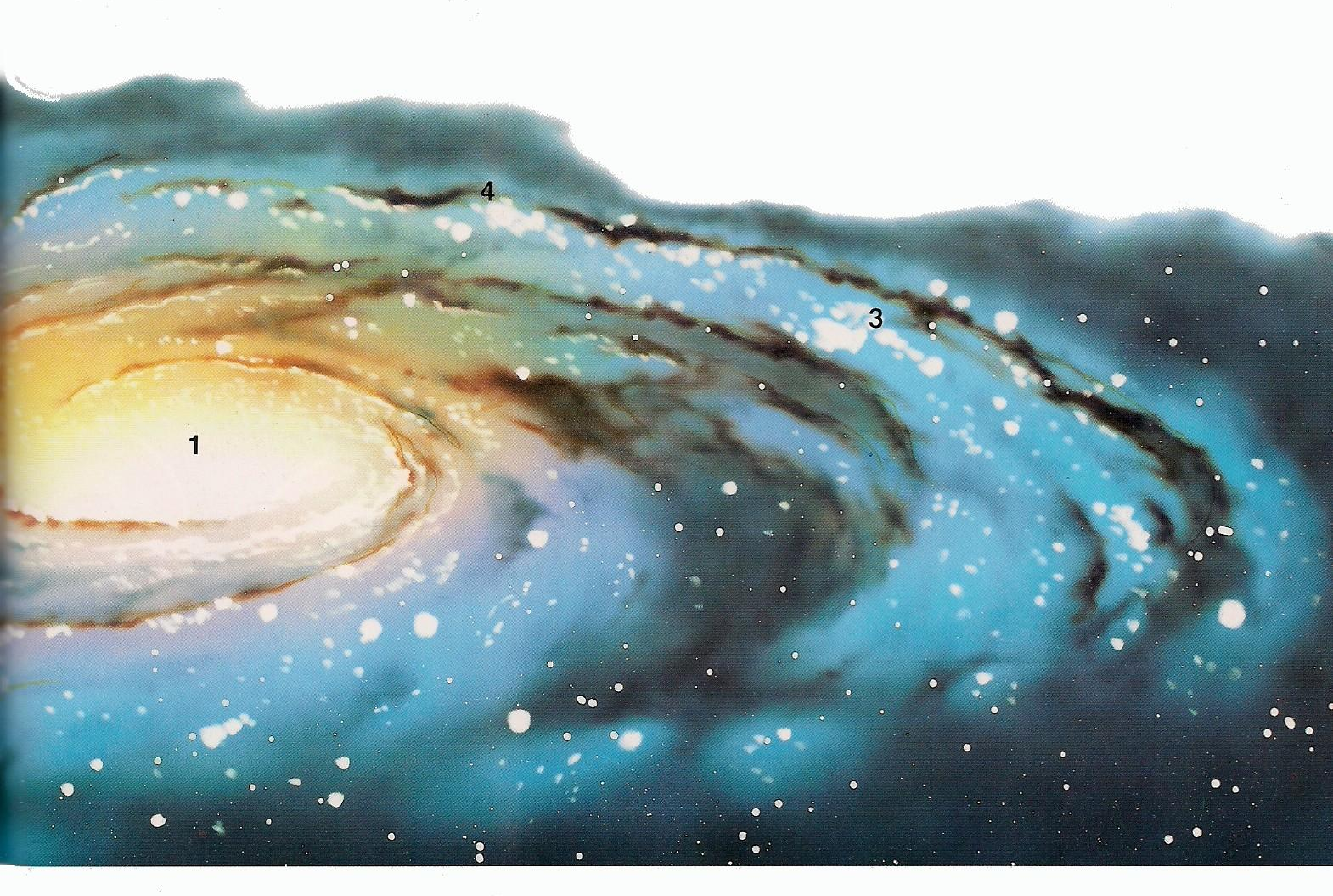
3 في بعض المناطق، بدأ الغاز يتكثف مكوّناً مجرّات أوليّة تحوّلت فيما بعد إلى مجرّات.

4 تركّز ربع المادة الكونية على شكل هليوم (غاز)، ولا تزال هذه النسبة موجودة إلى اليوم.

غيوم تتحوّل إلى مجرّات

بعد ظُهورِ المادّة الأولى بمليون سنة، بدأت الذرّاتُ تتجمّعُ لتشكيل بُنًى أكبرَ حجماً نتجت عنها السُّدُمُ الكونية، التي نشأت منها المجرّاتُ والنجوم. على هذا النحو، استمرّت المجرّات الأوليّة بالتكثُّفِ طوال 5000 مليون سنة وشكّلت المجرّاتِ الأولى التي وُلِدَت فيها النجوم الأولى. هكذا أخذ الكونُ يكتسبُ شيئاً فشيئاً شكلَه الحالي.

ولكن، ما هي السُّدُم؟ تتألف السدُمُ (أو الغيوم السديميّة) من ذرّاتِ هيدروجين لا تتجاوز كثافتُهُ 10 إلى 1000 ذرة في السنتيمتر المكعَّب! إنها كثافةٌ منخفضةٌ جداً لا يمكن تحقيقُها في أيِّ مُختبرٍ في العالَم (حتى وإن استُعمِلت أشدُّ آلات تفريغ الهواء فعالية). لكن، على الرغم من هذه الكثافة الشديدة الانخفاض، تفُوقُ الكتلةُ الإجماليةُ لهذه الغيوم الهائلة كتلةَ شمسِنا بـ 100 إلى 1000000 مرة، وذلك بسبب ضخامة حجمها.



مع ظهور المجرّات الأولى بدأ الضوء يظهر في الكون. تشكّلت درب اللبّانة، مثلاً، في الـ 1000 مليون سنة الأولى من حياة الكون. وتظهر المَجرّات بأشكال مختلفة. فمجرّتنا، مثلاً، هي مجرة لولبية الشكل تحمل أذرعاً تتخذ شكلاً لولبياً كلما ابتعدت عن المنطقة المركزية.

تحتوي الغيوم أيضاً على جسيمات صلبة من الغبار. تعمل قوى الجاذبية بين جسيمات الغبار البالغة الصِّغر وبين ذرّات الهيدروجين فتضغط الغيمة ببطء حتى تبلغ كثافة تتراوح بين 1000 ذرة و 1 مليون ذرة في السنتيمتر المكعب. ويبدأ عندئذٍ تكوّن الجزيئات الأكبر حجماً.

تتكثّف المنطقة المركزية من السديم (أ) حتى تشكّل «نجوماً أوليّة» (ب) تنشأ منها نجوم جديدة.

أ

ب



1 نواة المجرّة اللولبية، وتحتوي على نجوم قديمة.

2 غبار كوني في الذراع اللولبية؛ ينعكس في الغبار الضوءُ الصادر عن النجوم الجديدة.

3 نجوم جديدة واقعة في الذراع اللولبية.

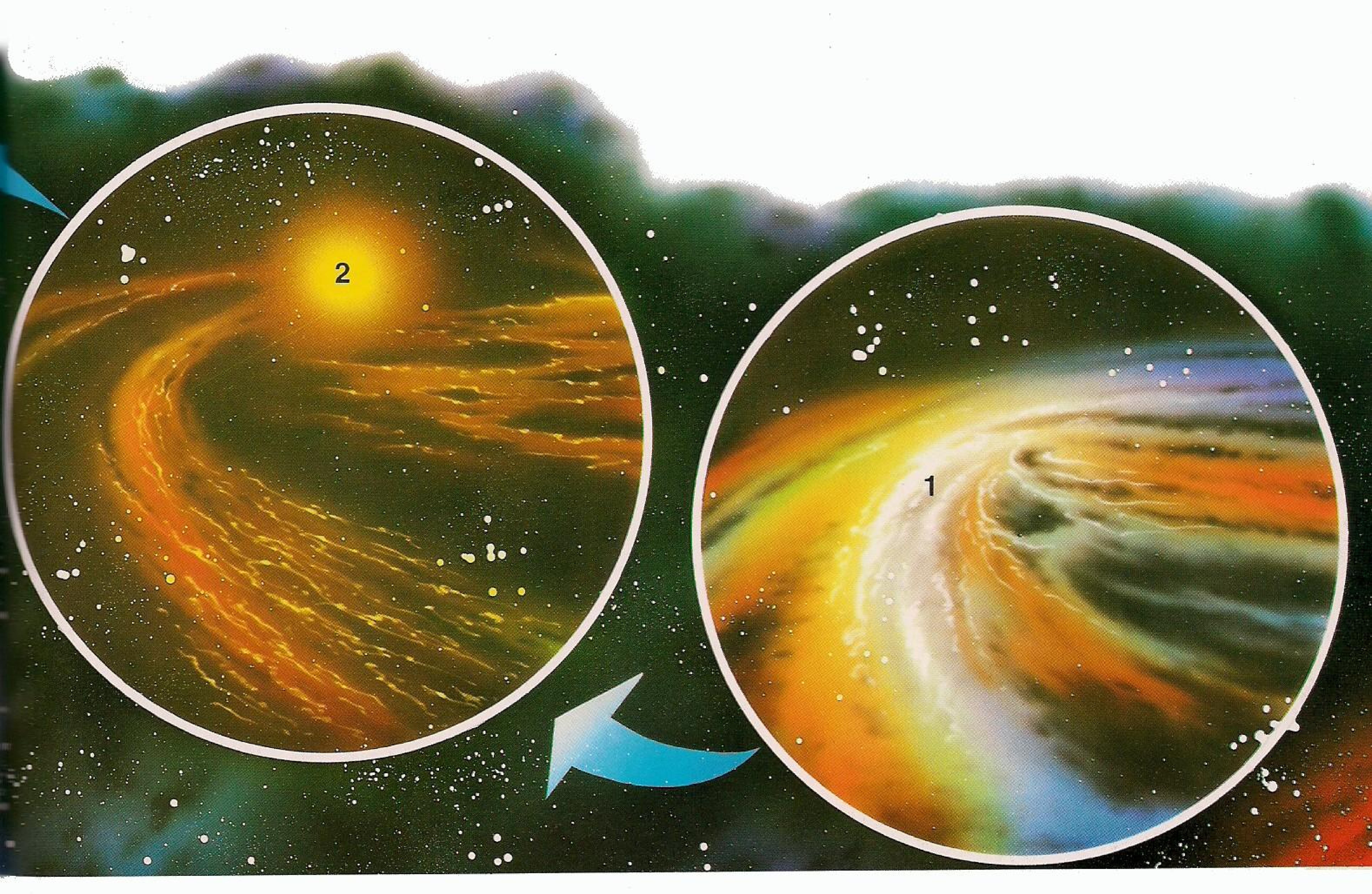
4 سديم ساطع في ذراع لولبية.

ولادة النجوم

بدأت النجومُ الأولى تتشكّلُ داخلَ سُدُمِ الغازِ والغبارِ الهائلةِ التي نتجت عن الانفجار العظيم. ولكن، كيف حدث ذلك؟ فالسُدم (الغيوم السديمية) تدورُ حول نفسها، وفي بعض المناطق السديمية، يبدأ السديمُ بالتقلُّصِ بفعل قُوى الجاذبية وتزيد سُرعةُ دَورانه حولَ نفسه.

ينتجُ عن هذه الظاهرة ارتفاعٌ كبير في درجة حرارة المناطق المركزية (بسبب التقلّص المستمر الناتج عن قُوى الجاذبية). وتستمر الحرارةُ بالارتفاع حتى تُطلِقَ سلسلةً من التفاعُلات التي تؤدّي بدورها إلى تكوين نجم. يجري هذا التحوُّلُ ببطءٍ شديدٍ ويحتاجُ إلى ملايين السنين.

عندما تبلغُ درجةُ الحرارة في مركزِ السَحابةِ ملايين الدرجات المئوية، تبدأ ذرّات الهيدروجين بالتصادُم فيما بينها وتشكّل ذرّات هليوم. تُسمّى هذه العمليةُ الاندماجَ النوويّ، وهي نوعٌ من التفاعُل النووي، وتُطلِق كميةً هائلةً من الطاقة على شكلِ حرارةٍ وضوء.



يمثّل هذا الرسم ولادة النجم الأقرب إلينا: الشمس. وقد تكوّنت الشمس منذ 5000 مليون سنة تقريباً وسوف تستمر بشكلها الحالي 5000 مليون سنة أخرى.

1 وُجد في البدء سديم هائل من الغازات والغبار الكوني.

2 بدأ السديم بالتكثّف وأخذت درجة حرارة مركزه ترتفع.

لا تنتشر النجوم (أ) في الفضاء على نحو منتظم، بل أنها تتجمّع وتشكّل مجرّات (ب). وتتجمّع المجرّات بدورها فتشكّل تكتّلات أكبر حجماً تعرَف بالحشود أو الحشود الكبيرة (ج).



الشِواظات الشمسية (أو المقذوفات الغازية) هي دفعات من الغاز تُقذَف من على قرص الشمس إلى مسافات قد تبلغ مئات آلاف الكيلومترات.

3 أصبح المركز شديد الحرارة وأخذ السديم يتسطّح.

4 انفجر مركز السديم، ما أدّى الى ولادة الشمس.

5 انبعث ضوء الشمس في جميع الاتجاهات، مُضيئاً الكواكب من حولها.

ألوان النجوم

لماذا تَسطعُ النجوم؟ تسطع النجوم لأنّها شديدةُ الحرارة. وحتى وقتٍ قريبٍ جداً كان مَصدرُ طاقةِ النُجومِ مجهولاً تماماً، إلاّ أننا نَعلمُ اليومَ أنّها تَستمِدّ طَاقتَها من التفاعُلات النوويّة التي تَحصُل فيها. ولكن، ألَمْ تُلاحظ أبداً أنّ ألوانَ النُجوم تختلفُ من نجمٍ إلى آخر؟

تبعثُ النجومُ مَوْجاتٍ ضوئية، ويتغيَّرُ الضوء مع حركةِ النجمِ. في هذه الحالات، يبدو لنا ضوءُ النجومِ أبيضَ عندما تقتربُ منّا، ويبدو لنا ضوؤها أكثرَ حُمرةً عندما تبتعدُ عنّا.

في العشرينات من هذا القرن، اكتشفَ بعضُ الفلكيِّين بالكثير من الدهشة أن مُعظمَ المجرَّاتِ المعروفة تبعثُ ضوءًا ينتقلُ إلى درجات اللون الضاربة إلى الحُمرة. فما معنى ذلك؟ يَعنى ذلك أن مُعظمَ المجرّات تبتعد عنَّا بسرعة كبيرة، والمجرّات الأبعد منا هي تلك التي تبتعد بسرعة أكبر قد تصل إلى عشرات آلاف الكيلومترات بالثانية الواحدة!



تبتعد مجموعات المجرّات بعضُها عن بعض مع توسّع الكون. وتظهر في الرسم التغيّرات في لون الضوء الذي يصلنا من النجوم الموجودة في المجرّات الأخرى، وفقاً للمسافة التي تفصلها عن درب اللبّانة.

تبعث جميع النجوم ضوءها الخاص، الذي يتوقف لونه على درجة حرارة سطح النجم.

ـ النجوم الزرقاء هي الأشد حرارة وتصل درجة حرارتها إلى 25000° م.

ـ تتراوح درجة حرارة النجوم البيضاء بين 6000 و 10000° م.

ـ تتراوح درجة حرارة النجوم الصفراء بين 6000 و 8000° م.

ـ النجوم الحمراء هي الأقل حرارة وتبلغ درجة حرارتها 3000° م تقريباً.



1 تتحرّك المجرّة بسرعة كبيرة، فتخلّف أمامها موجات قصيرة مرئية من اللون الأزرق بينما تخلّف وراءها موجات طويلة من اللون الأحمر.

2 تُحسَب السرعة التي تبتعد بها كل مجموعة من المجرّات من درجة احمرار نجومها.

تغيّر النجوم وتطوّرها

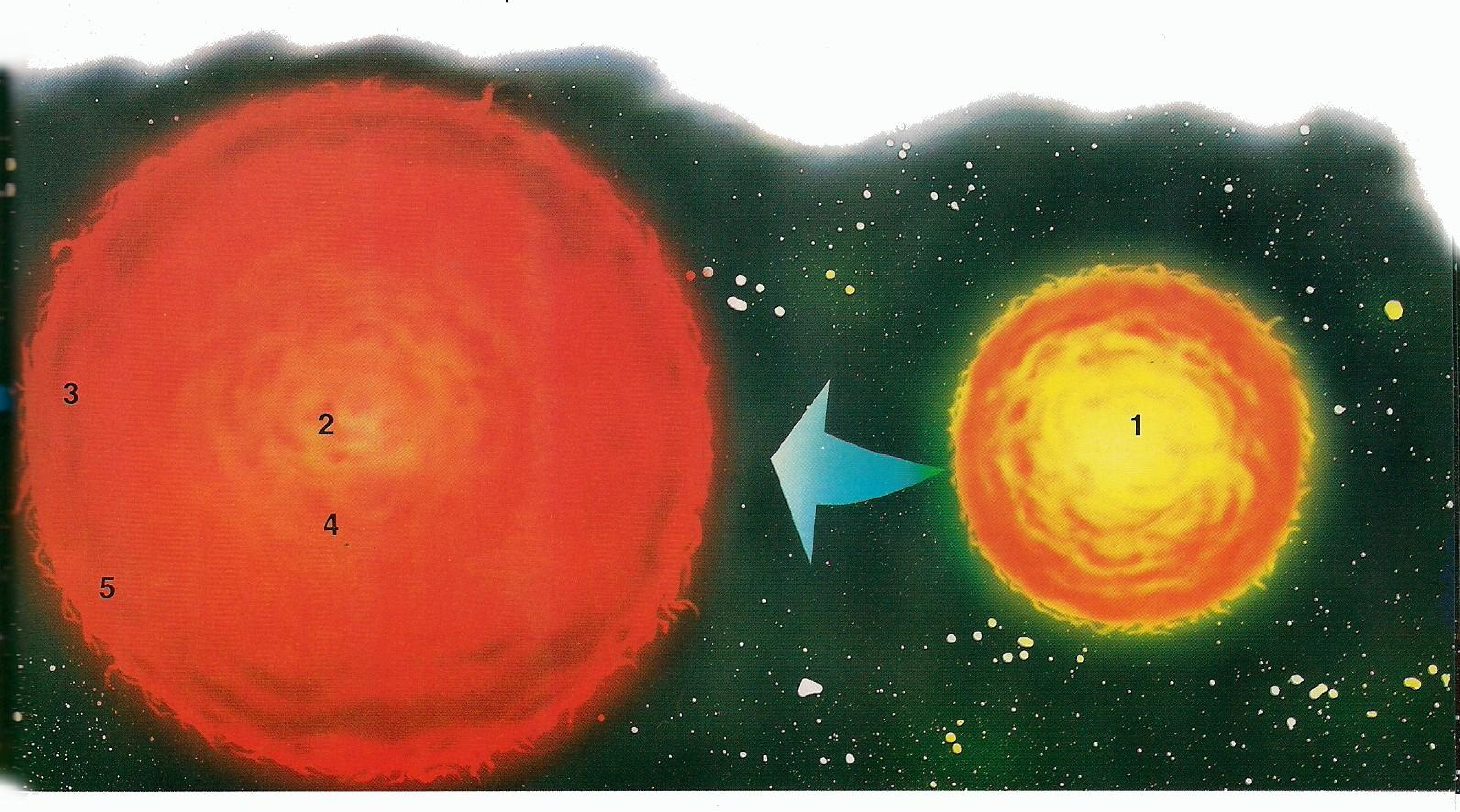
تبدو جميعُ النجوم نقاطاً صغيرةً مضيئةً متشابهةً، إلاّ أنها يُمكن أن تكونَ مختلفةً جداً فيما بينها. وبعضُ النجومِ يُشبهُ الشمس، لكن بعضَها الآخر أصغرُ بكثيرٍ أو أكبرُ بكثيرٍ من شمسِنا.

يتوقّف تطوُّرُ النجومِ إلى حدٍّ بعيد على كُتلتِها الأوليّة، وتختلف مدة حياتها اختلافاً كبيراً.

على سبيل المثال، تحتوي النجومُ الأكبرُ حجماً على كميةٍ أكبر من الهيدروجين، لكن درجةَ حرارة نَواها ترتفعُ أكثر من غيرها، وبالتالي فإنها «تحرِق» مخزونها من الوَقودِ بسرعةٍ أكبر.

عندما تَستنفِد النجومُ، بما فيها النجوم الصفراء مثل الشمس، جميعَ مَخزونِها من الوَقود، تتمدَّد وتتحوّل الى نجومٍ عملاقة حمراء. وقد أطلِق عليها هذا الاسم لأنّه عندما يزدادُ حجمُها تبرُد طبقاتُها الخارجية وتبعثُ ضوءًا مختلفًا أحمرَ اللون.

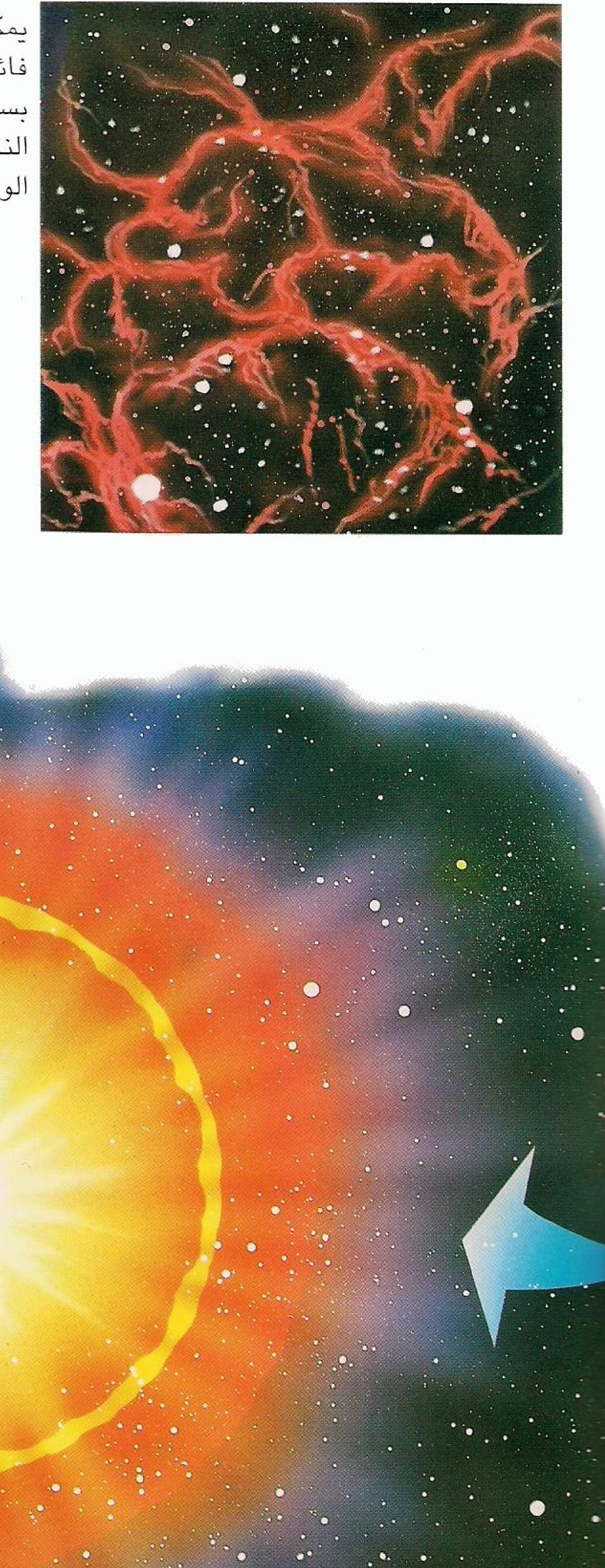
بعد ذلك بملايين السنين، يَستنفدُ النجمُ العملاقُ الأحمرُ طاقتَه وتبدأ نواتُه بالابتراد. عندئذٍ، لا يعود النجمُ قادراً على توليد الحرارة اللازمة لمقاوَمةِ قُوة الجاذبية، ما يؤدّي إلى تقوُّض النجمِ وانهياره. وهذا يؤدّي بدورِه إلى ارتفاعٍ سريع في درجة حرارة الطبقات الخارجية (الباردة والحمراء)، التي تنفجرُ بشكلٍ عنيفٍ وتُكوِّنُ نجمًا مَسْتِعرًا فائقًا supernova!



يغيّر النجم شكله على مدى ملايين السنين كلّما استهلك الوقود الموجود في داخله.

1 يحترق النجم الأصفر طوال ملايين السنين.

2 يتمدّد النجم عند ارتفاع درجة حرارته.



يمكننا، هنا، رؤية بقايا مستعر فائق. إنها طبقة من الغاز تبتعد بسرعة عن المنطقة التي انفجر فيها النجم. يلمع المستعر الفائق لبعض الوقت في السماء مثل مجرّة كاملة.



تتكوّن النجوم النيوترونية من النوى الباقية من انفجار مستعر فائق. إنها نجوم صغيرة جداً (بقطر 10 أو 15 كلم تقريباً) تتألف بأكملها من النيوترونات. وهي شديدة الكثافة بحيث يبلغ وزن مقدار ملعقة صغيرة من مادتها 1000 مليون طن.

3 تبرد الطبقات الخارجية وتطلق ضوءًا أحمر فيصبح النجم عملاقاً أحمر.

4 تبدأ النواة بالابتراد ولا يعود النجم ينتج ما يكفي من الحرارة لمعادلة قوّة الجاذبية.

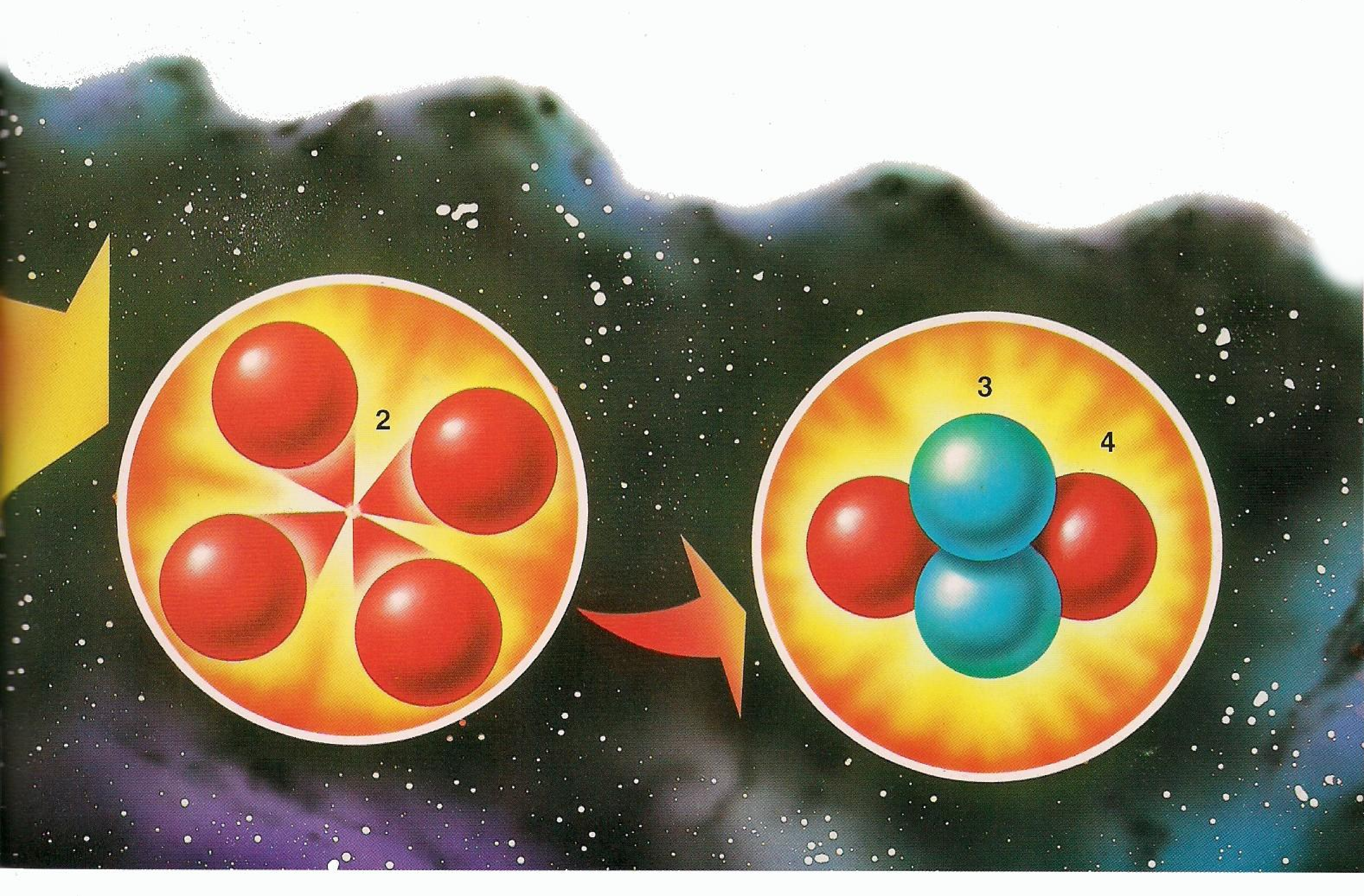
5 ينهار النجم وتسخن طبقاته الخارجية.

6 ينفجر النجم ويتحوّل إلى مستعر فائق.

تكوّن عناصر جديدة

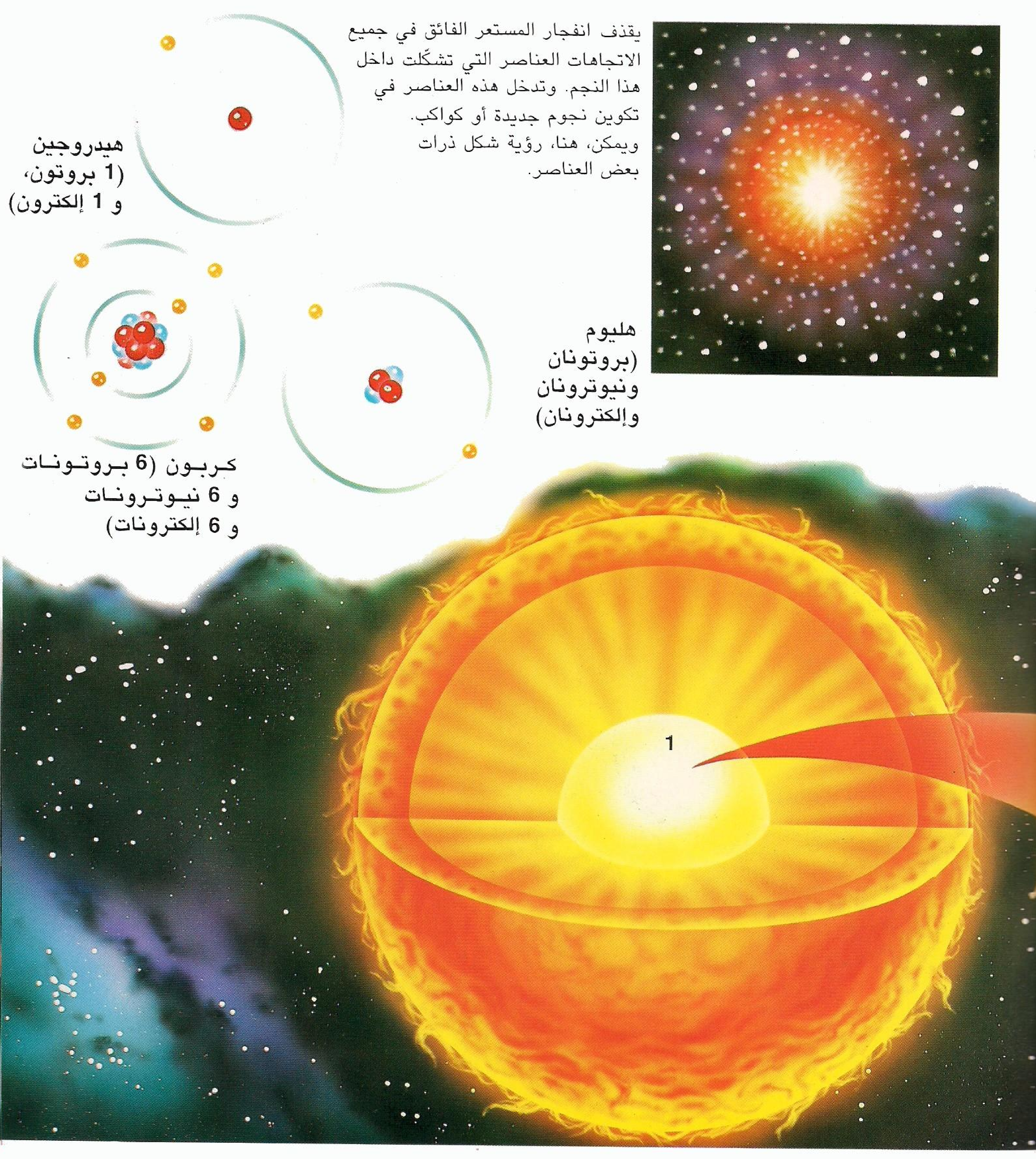
يُشَكِّل الهيدروجينُ 75% تقريباً من مُجمَلِ المادّة الكونية، في حين يشكِّلُ الهليومُ 24% منها. ولا تكوِّنُ العناصرُ الكيميائيةُ الأخرى مجتمعةً سوى 1% من المادّة الكونية. فلماذا يؤلّف الهيدروجينُ القسمَ الأكبرَ من المادّة الكونية؟ إن ذرّاتِ الهيدروجينِ هي أبسطُ الذرّات على الإطلاق. وتتألّف كلُّ ذرّةِ هيدروجين من نَواةٍ تَحمِلُ شِحنةً إيجابية، تُعرَف بالبروتون، ومن قِشرةٍ تحملُ شِحنةً سلبيةً واحدة، هي الإلكترون.

ولكنّ عددَ العناصرِ الكيميائيةِ المختلفةِ الموجودةِ في الطبيعة يصل إلى المئة تقريباً، علاوة على أنّها قد توجد بمُفردها (بشكل بسيط) أو كجزء من مركَّبات أخرى. فمن أين جاءت، إذن، كلّ هذه العناصر؟ لقد تشكّلت جميعُ العناصر الكيميائية، باستثناء الهيدروجين والهليوم، انطلاقاً من الهيدروجين في تفاعُلاتٍ جرت على درجاتِ حرارةٍ مرتفعةٍ داخل النجوم. وعندما تنفجرُ النجومُ بعد ذلك على شكل مستعرٍ فائق، تقذِفُ بالعناصر الجديدة في الفضاء وفي جميع الاتجاهات.



1 تتألّف جميع النجوم من الهيدروجين إجمالاً.

تتألّف نواة النجوم، مثل شمسنا، من الهيدروجين الذي يتحوّل شيئاً فشيئاً الى هليوم عبر تفاعلات من نوع الاندماج النووي. وتطلَق كمية هائلة من الطاقة أثناء حدوث هذه العملية.



يقذف انفجار المستعر الفائق في جميع الاتجاهات العناصر التي تشكّلت داخل هذا النجم. وتدخل هذه العناصر في تكوين نجوم جديدة أو كواكب. ويمكن، هنا، رؤية شكل ذرات بعض العناصر.

2 نظراً إلى درجة الحرارة الشديدة الارتفاع، يحدث تصادم ثم اندماج بين ذرات الهيدروجين.

3 يتشكّل الهليوم نتيجة لهذا التفاعل وتطلَق كمية كبيرة من الطاقة كما في الانفجار الذري.

4 تصل الطاقة المولَّدة إلى سطح النجم على شكل ضوء وحرارة.

تشكُّل الكواكب

ليست النجومُ وحدَها في الفضاء. ومنذ أقدمِ العُصور، اهتمّ الفلكيُّونَ باللَّمَعانِ الثابتِ الذي يَنبعثُ من بِضعةِ «نُجومٍ مرتَحِلة». ولم تكن تلك «النُجومُ» في الحقيقةِ سوى الكواكبِ الخمسةِ الأقربِ إلينا في نظامنا الشمسيّ (عُطارد، والزُهرة، والمِرِّيخ، والمُشتري، وزُحَل).

يحتوي النظامُ الشمسيّ على تِسعة كواكبَ كبيرة ومئات الكواكب الصغيرة، وتدورُ جميعُ هذه الكواكُب حول الشمس في مداراتٍ إهليلجيّةٍ وفي المستوى نفسه ولكن بسرعات متفاوتة.

ولكن، كيف تكوَّنت الكواكب؟ لقد تكوّنت من غيمةِ الغُبار والغاز نفسِها التي تكثّفت لتُشكِّل الشمس. والكواكبُ الصغيرةُ هي قِطَعٌ من المادّة تكثّفت إلى كِسَر صغيرةٍ عند تكوُّن الكواكب. ويُمكُننا أيضًا رؤيةُ مذنَّباتٍ وشهب في سَماء الليل. تظهرُ المذنّبات على مدى بضعة أسابيع أو شُهور، فيما تظهرُ الشهب لِثانيةٍ واحدةٍ أو أقلّ.

تختلف الكواكب فيما بينها من حيثُ الشكلُ والحجمُ وأيضاً من حيثُ العناصرُ التي تؤلّفها.

1 عطارد هو الكوكب الأقرب إلى الشمس، ويحتوي على نواة من الحديد.

2 المشتري هو أكبر كوكب في النظام الشمسي.

3 يعتقد الفلكيّون أَنّ للمشتري نواةً صخرية يحيط بها غلاف من الهيدروجين المعدني.

إن الكويكبات والمذنّبات التي نشاهدها من الأرض هي بقايا السديم الذي تكوّن منه نظامنا الشمسي منذ 4600 مليون سنة خلت.

تُحدث وابل الشهب عندما تمر الأرض في مسارها عبر سيل جسيمات الغبار الذي يخلّفه المذنَّب وراءه. وتسخن هذه الجسيمات عند دخولها الغلاف الجوي فتظهر خطًا ساطعًا من النور.



بنية المذنَّب

4 يتألّف جزء المشتري الخارجي من غلاف مكوَّن من الهيدروجين والهليوم السائلين.

5 يحتوي زُحل على نواة من الصخر والجليد.

6 يحيط بالكوكب نظام من الحلقات تبلغ سماكتها 1 كلم وتمتد إلى مسافة 420 000 كلم تقريباً من السطح.

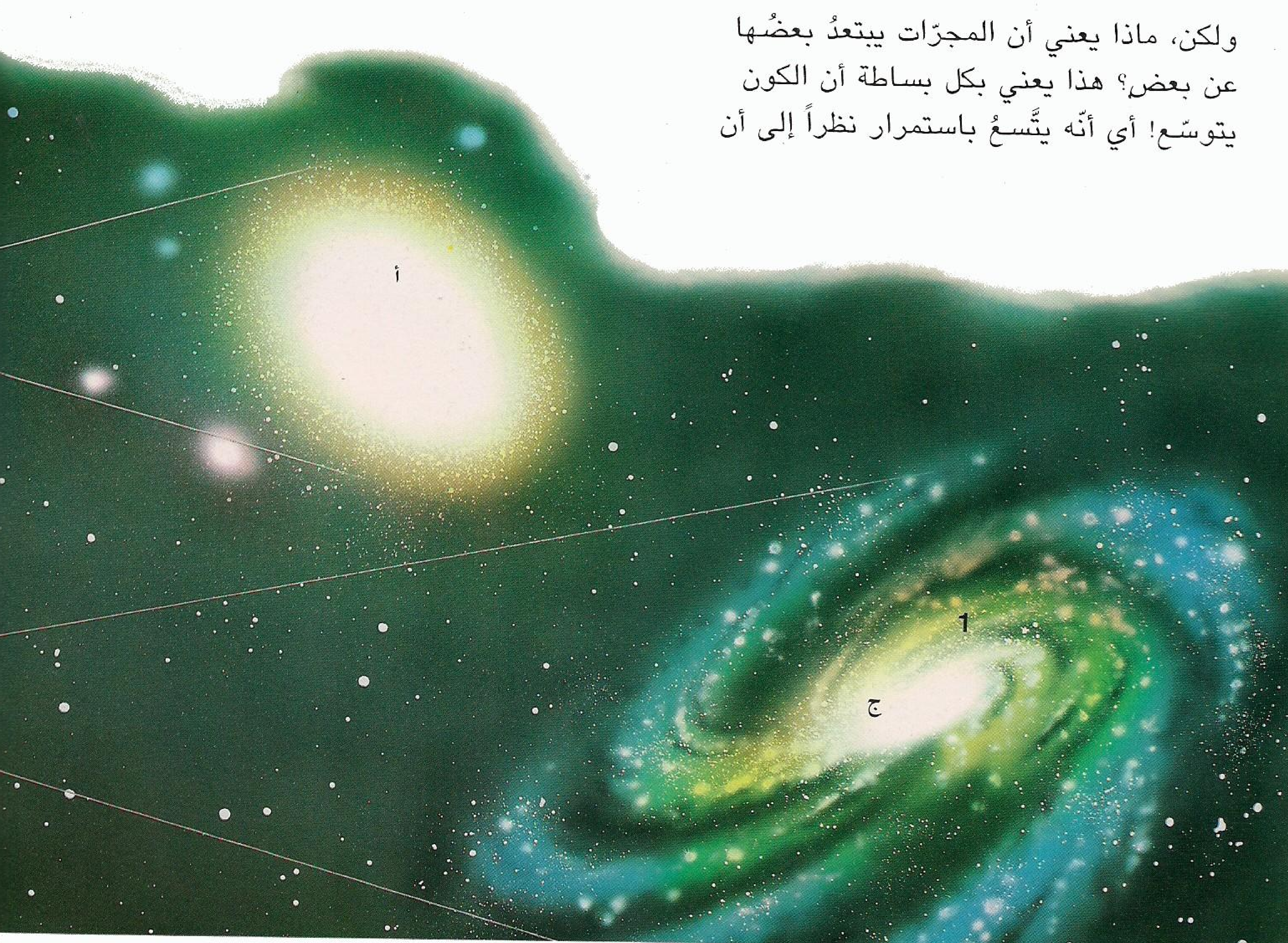
توسّع الكون

في العام 1929، أُصيبَ العُلماءُ بدهشةٍ كبيرةٍ عندما اكتشفوا أن المَجَرّاتِ تبتعدُ باستمرار عن مجرَّتنا، دَرْبِ اللبّانة.

تجتمعُ المجرَّاتُ في تكتُّلاتٍ كبيرة، تُعرَف بالحُشود. وقد اكتشفَ الفلكيُّونَ أنَّ هذه التكتُّلات يبتعدُ بعضُها عن بعض. علاوةً على ذلك، لاحظَ الفلكيّونَ أن المجرّاتِ الأكثرَ بُعداً عن درب اللبّانة تبتعدُ عن بعضها بسرعةٍ أكبر...

ولكن، ماذا يعني أن المجرّات يبتعدُ بعضُها عن بعض؟ هذا يعني بكل بساطة أن الكون يتوسّع! أي أنه يتَّسعُ باستمرار نظراً إلى أن الفضاء بين المجرّات المختلفة يكبر أكثر فأكثر.

لا أحدَ يعلمُ مدى اتّساع الكون، لكنّ بعضَ الفلكيّين يُقدِّرون أنّه يحتوي على حوالي 100 000 مليون مجرّة، تحتوي كل واحدة منها على حوالي 100 000 مليون نجم!

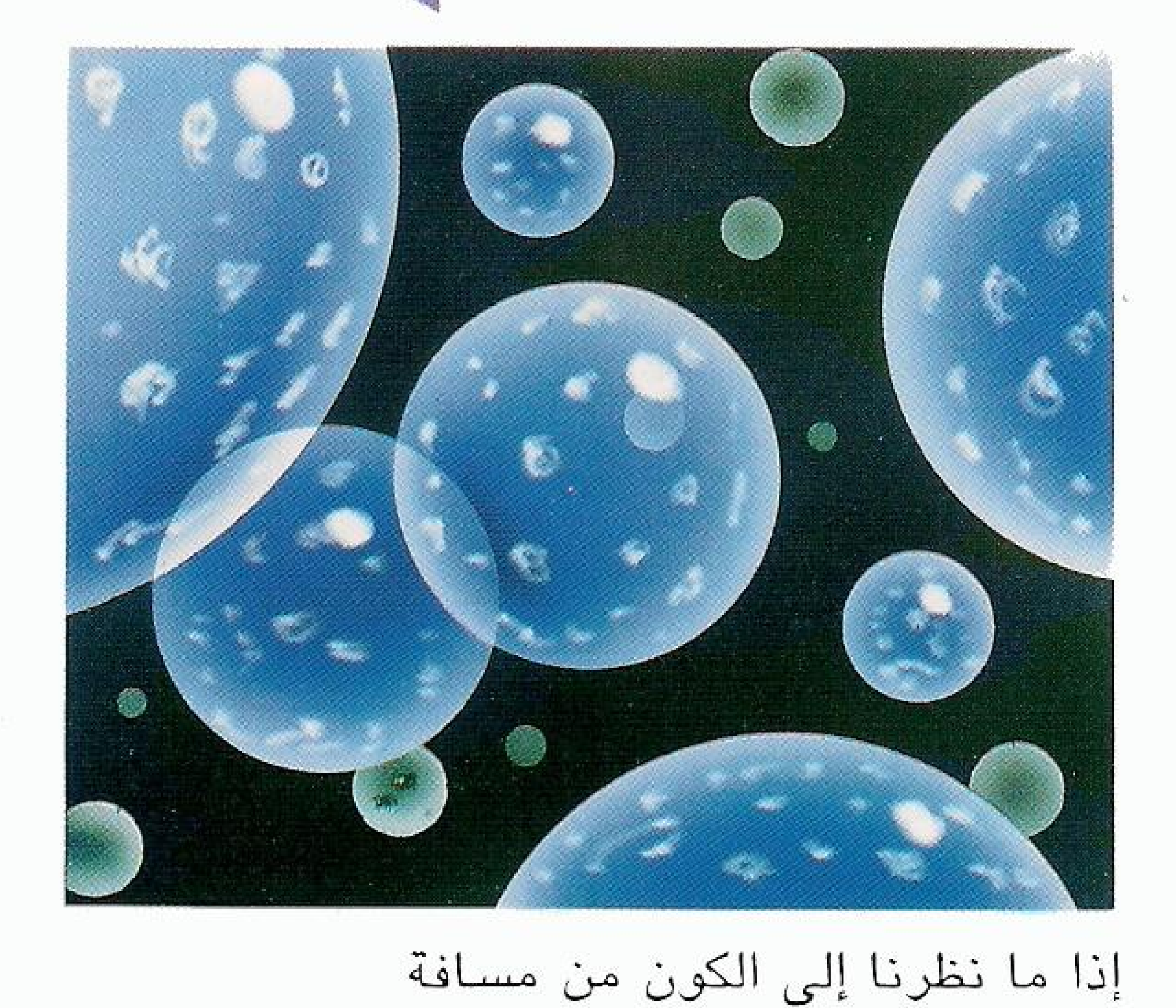


في العشرينات، أثبت الفلكي «هابل» نهائياً وعلى نحو حاسم أن تلك الامتدادات المضيئة التي نراها في السماء (والتي يسمّيها العلماء سُدُماً) هي في الحقيقة مجموعات نجميّة شبيهة بمجرّتنا.

1 نجد ثلاث فئات رئيسية من المجرّات:
أ ـ المجرّات الإهليلجية (بيضويّة الشكل).
ب ـ المجرّات اللامتّسقة (ليس لها شكل محدَّد).



إن ركام المجرّات الذي تنتمي إليه مجرّتنا، درب اللبّانة، هو ركام صغير نوعاً ما، إذ يحتوي على ما يقارب الإثنتَي عشرة مجرّة فقط. بالمقابل، نجد في كوكبة العذراء، التي تبعد عنا 60 مليون سنة ضوئية، ركام العذراء الذي يتألف من آلاف المجرّات!



إذا ما نظرنا إلى الكون من مسافة كبيرة نجده شبيهاً بمجموعة من فقّاعات الصابون: تتوزّع المجرّات في الطبقة الخارجية من الفقّاعات التي تكون فارغة من الداخل ومتفاوتة الأحجام.

2

3

ب

ج ـ المجرّات اللولبيّة (لها أذرع لولبية تنطلق من النواة).

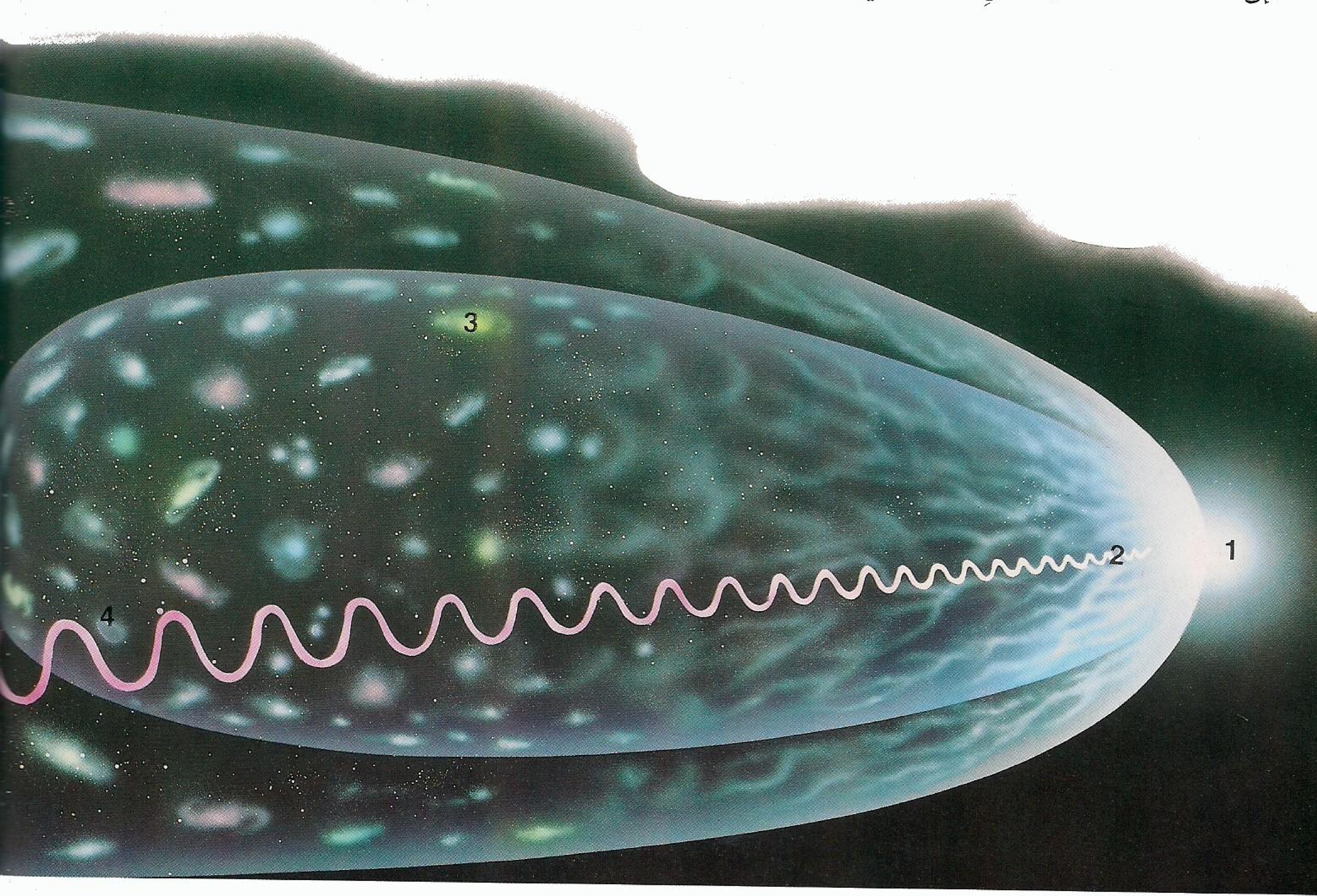
2 لا تحتوي المجرّات الأصغر حجماً إلا على 100 000 نجم تقريباً.

3 قد تضمّ المجرّات الأكبر حجماً ما يصل إلى 3 بلايين (3 ملايين مليون) نجم.

أصداء الانفجار العظيم

هل تعلمُ أنّ الفلكيينَ يَستطيعون كشفَ بقايا الانفجار العظيم إلى اليوم؟ أثناء توسُّع الكون وابترادِه، تغيَّرت بقايا المَوْجاتِ الضوئية التي تشكّلت أثناء الانفجار العظيم، فاستطالت تدريجيًّا على مدى ملايين السنين وتحوّلت إلى موجاتٍ راديويةٍ مرتفعةِ السَّعة يُمكنُ التقاطُها على الأرض. هذا يعني أنّ العلماءَ يستطيعون سَماع «صدى» الانفجار العظيم إلى اليوم!

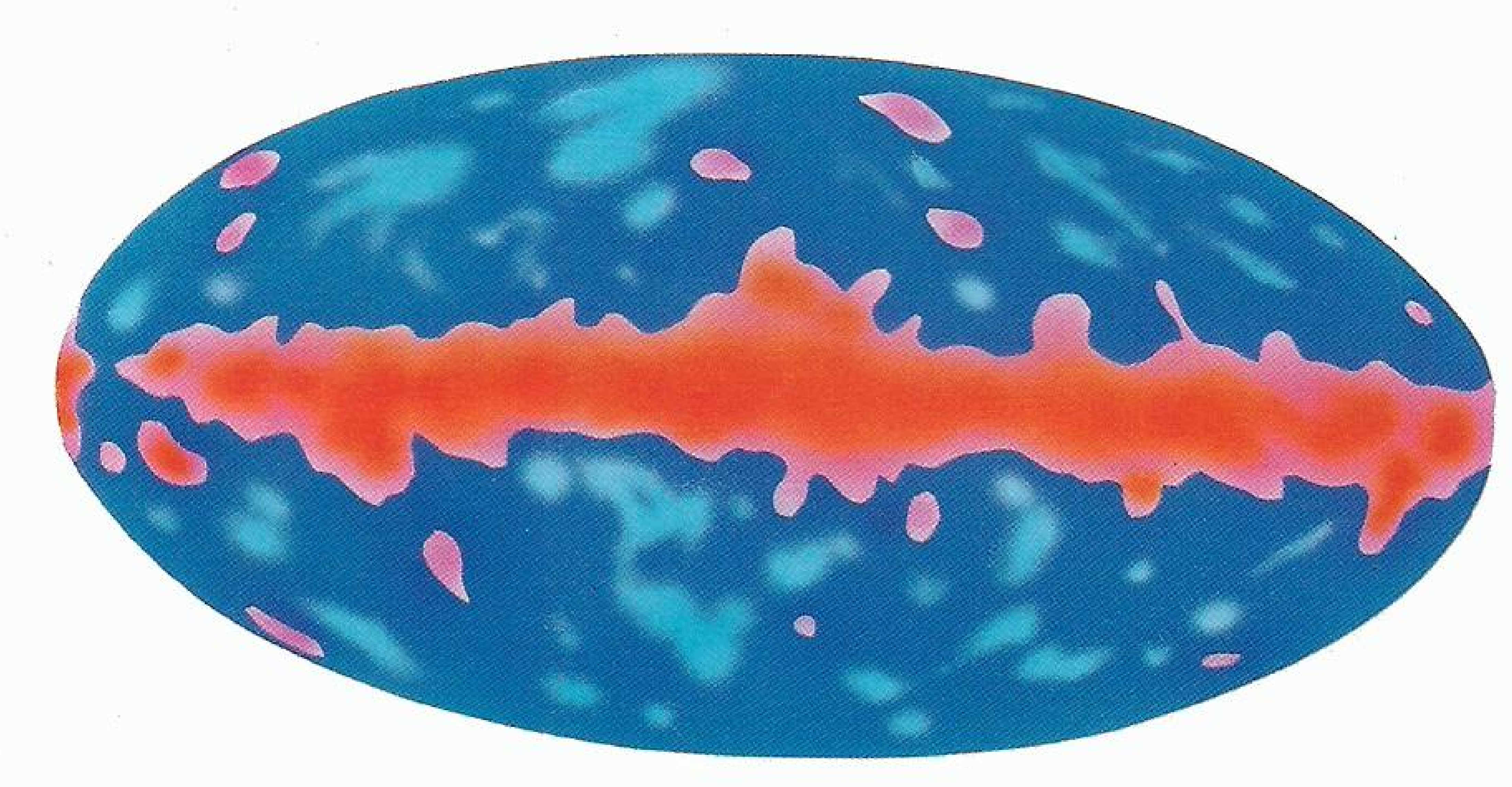
إنّ اكتشافَ هذا الإشعاعِ الأساسيِّ الخافت، الصادرِ بشكلٍ مُتساوٍ من جميع الاتجاهات في الفضاء، يَدعَمُ نظريّةَ الانفجار العظيم. ويَعتقد العُلماء أنّ هذه الإشعاعات هي بَقايا من ذلك الانفجار الأوّل البعيد. ويعتقدون أيضاً أنّ التغيُّرات الصغيرة التي تُشاهَد في درجة حرارة الإشعاع الكوني الأساسي تُشكّل دليلاً على التغيُّرات البِدائية في كثافة الكون التي نشأت عنها المجرّات الأولى.



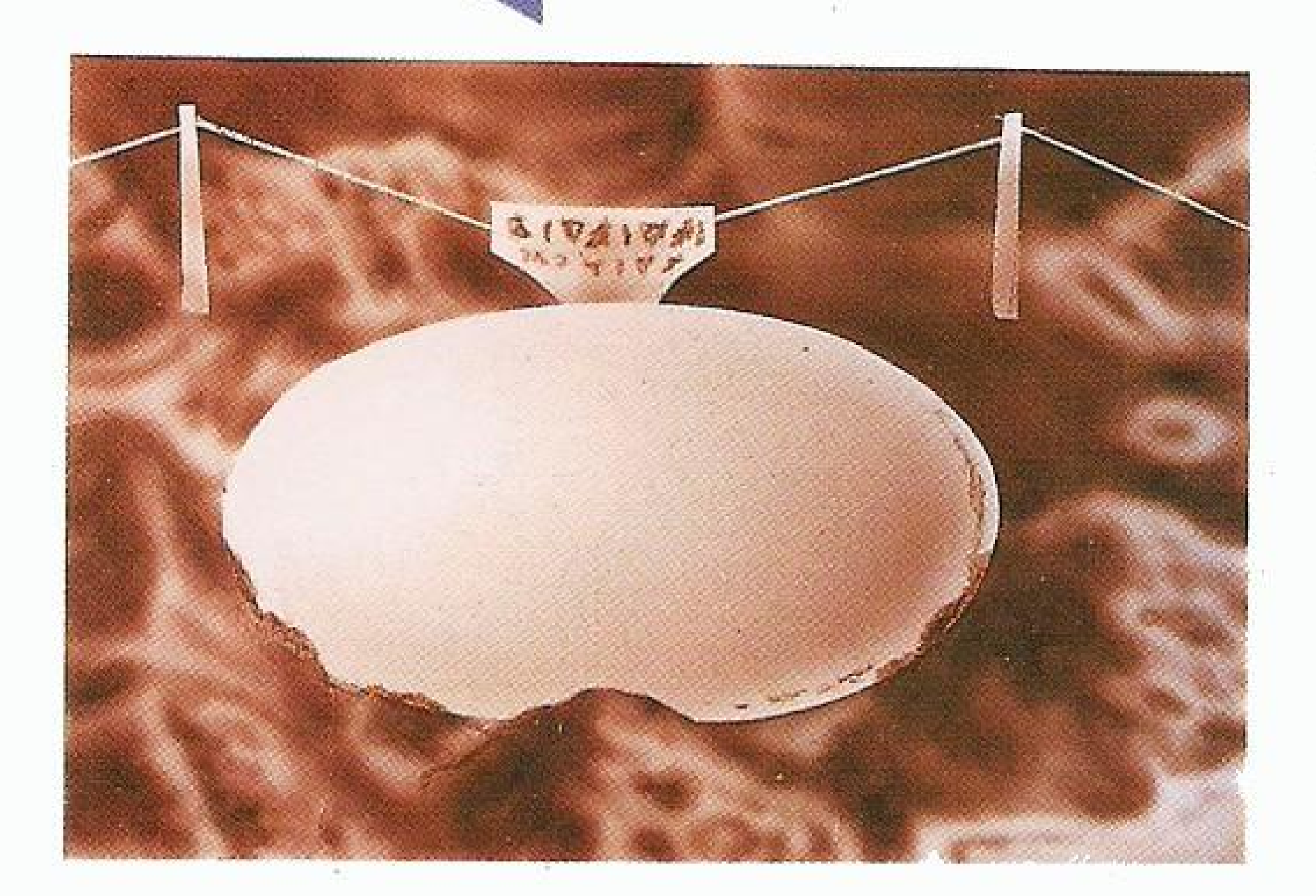
تغيّر شكل الكون باستمرار منذ تكوّنه نتيجة الانفجار العظيم، كما تزايد حجمه دون انقطاع منذ ذلك الحين.

1 غازات شديدة الحرارة ومتمدِّدة.

2 إشعاعات مرتفعة الطاقة ناتجة عن درجة حرارة تقارب 3000° م.



يُظهر الرسم خريطة الإشعاع الكوني الأساسي بالموجات الصغرى واللون غير الصحيح. يمثّل اللون الأزرق الإشعاع الأساسي (–270° م) الناتج عن بقايا الانفجار العظيم، في حين يمثّل النطاق الأحمر لون الإشعاع الصادر عن مجرّتنا.



هوائي التلسكوب (المِقراب) اللاسلكي في أراسيبو Arecibo في بورتوريكو. أُنشىء هذا التلسكوب في أحد وديان الجزيرة وهو يعتبَر أحد أكبر التلسكوبات اللاسلكيّة في العالم، إذ يبلغ قطره 305 أمتار!

التلسكوبات اللاسلكية أجهزة تلتقط إشعاعات الفضاء الطويلة الموجة. ويحمل معظمها الهوائي الذي يلتقط موجات الراديو ويركّزها في جهاز استقبال.

بؤرة الهَوائي

موجات الراديو القادمة من الفضاء

عاكسة مكافئة متحرّكة

3 شكل الكون في الفترة الممتدّة بين 1000 و 5000 مليون سنة بعد الانفجار العظيم.

4 غيوم غازيّة متكثّفة.

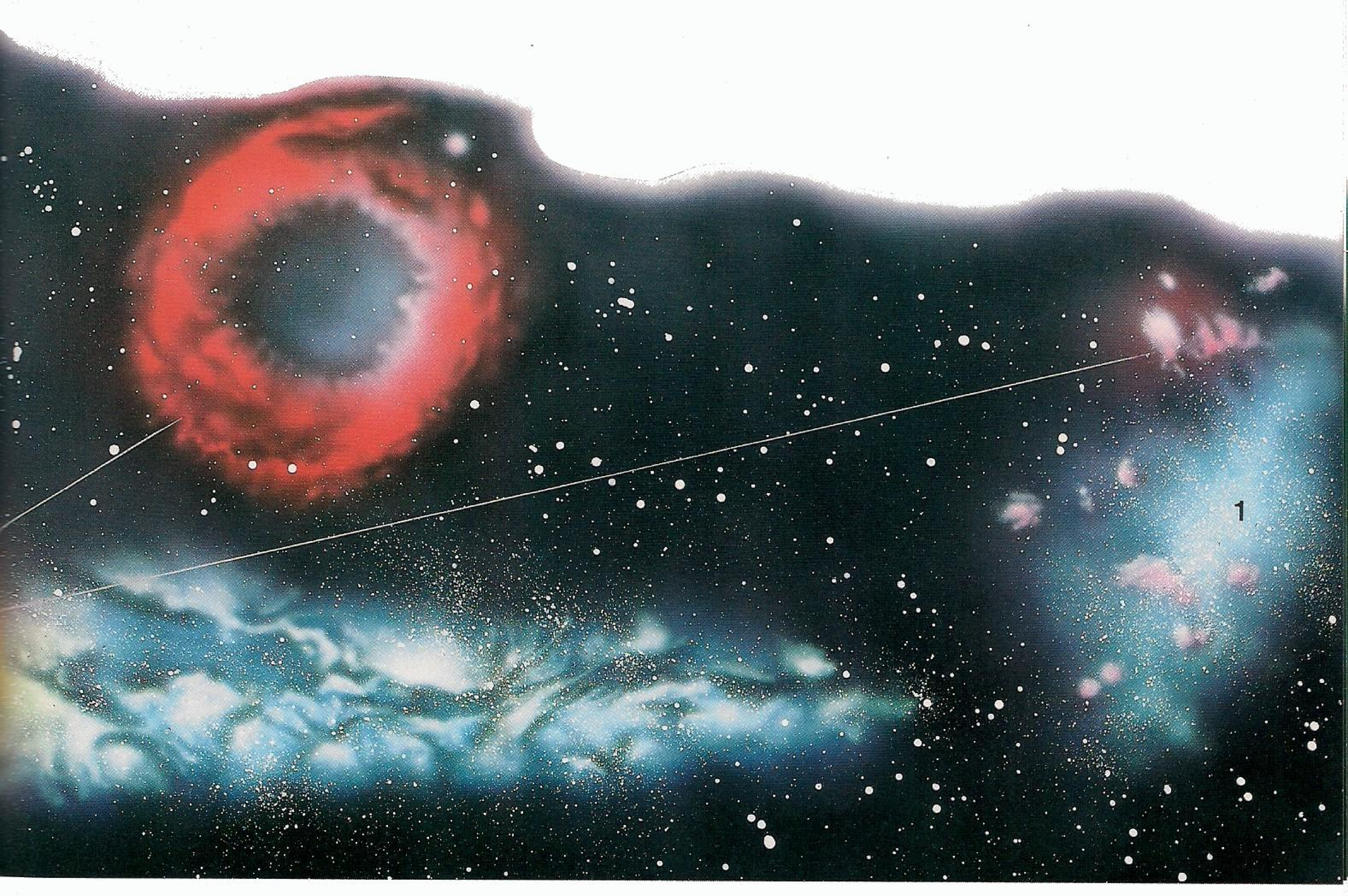
5 إشعاعات منخفضة الطاقة ناتجة عن درجة حرارة تساوي –270° م.

6 الكون في شكله الحالي وقد مضى 10000 - 20000 مليون سنة على حدوث الانفجار.

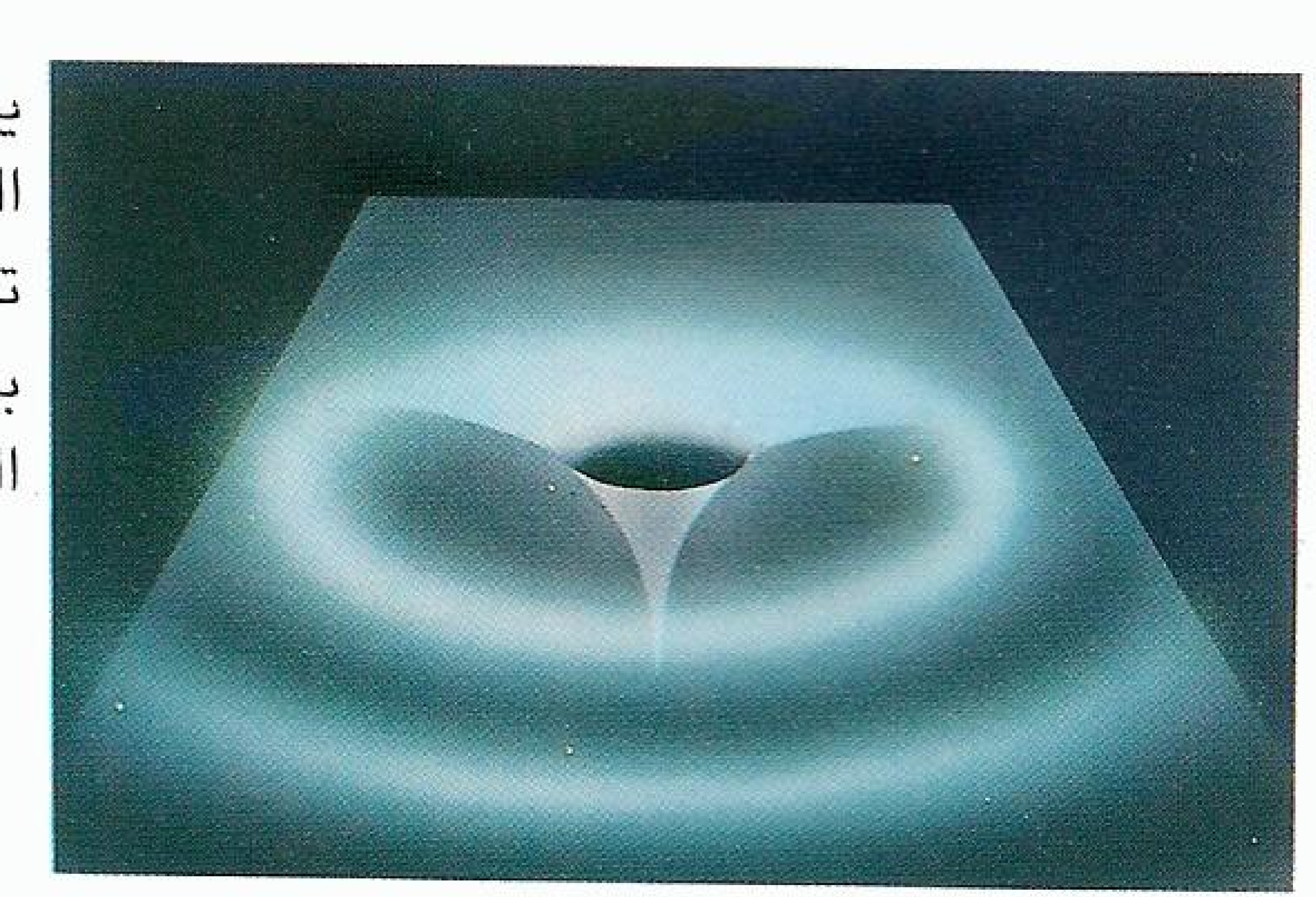
مُشاهدة الماضي في الفضاء

ينتقلُ الضوءُ في الفضاء بسرعة 300000 كيلومتر بالثانية. وبالتالي فإنّ الضوءَ المنبعثَ من نجمٍ يبعدُ، مثلاً، خمس سنواتٍ ضوئية عن الأرض يحتاجُ إلى خمس سنوات كي يصل إلينا. ويَصعُبُ في الكثير من الأحيان تصوُّرُ مدى طول المسافات في الفضاء. فالمرأةُ المُسَلْسَلَةُ، مثلاً، وهي أقربُ مجرّةٍ الى درب اللبّانة، تبعدُ عنّا مليونَي سنة ضوئية «فقط». وهذا يعني أنّ ضوءها يحتاجُ إلى مليونَي سنة كي يصل إلينا، وأنّ ما نراه على الأرض قد حصل في الواقع منذ مليونَي سنة خلت. عندما ننظرُ إلى صُورِ النجوم، فإننا نرى في الحقيقة ماضيها!

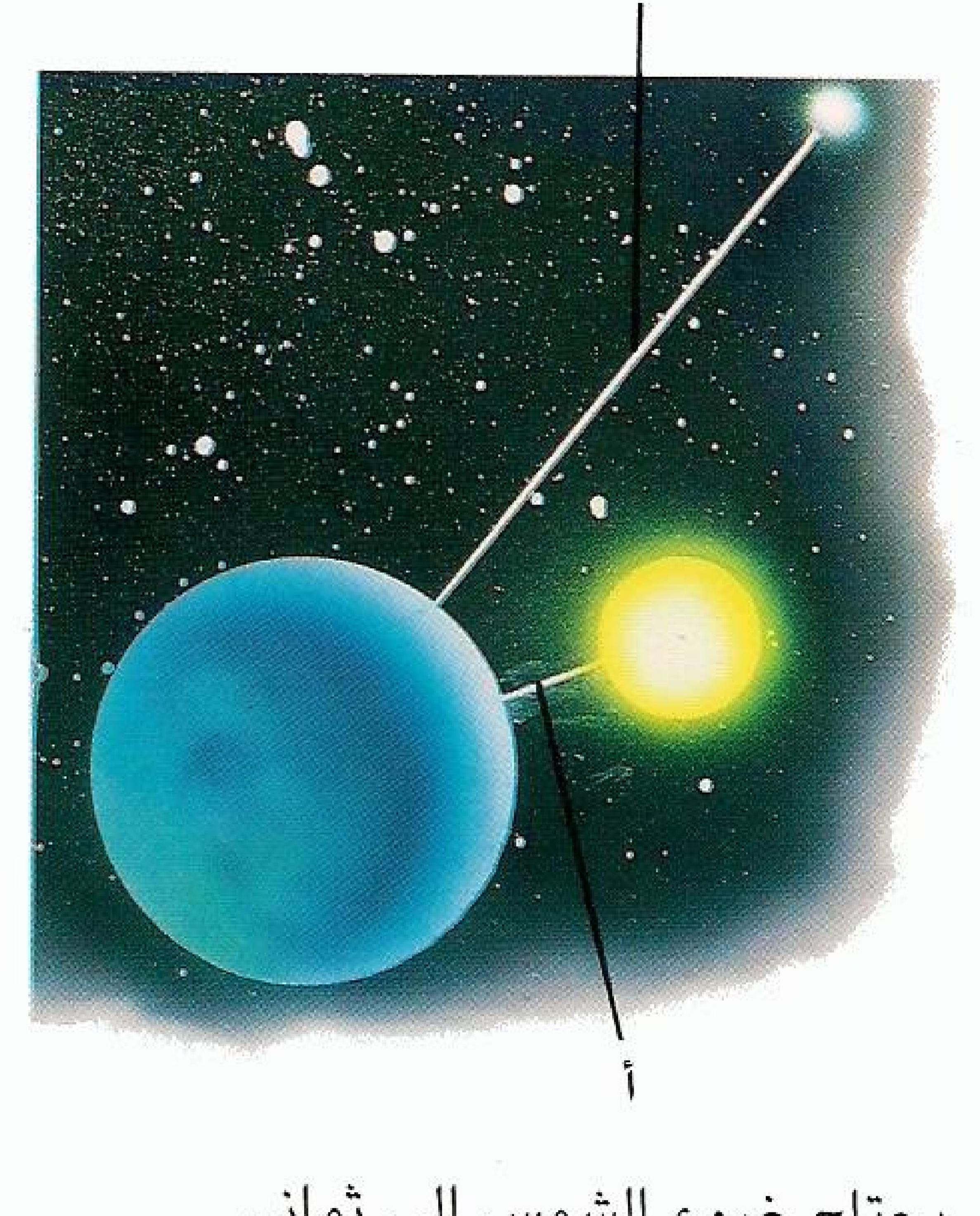
ويحتاجُ ضوءُ أبعدِ نجم كوازار معروف عن الأرض 12000 مليون سنة للوصول إلينا. في ذلك الوقت، كان كونُنا في بداية تكوُّنه. فما الذي جرى له منذ أن أطلق الضوء الذي نراه الآن؟ وعندما ترفع نظرَك إلى النجوم في المرة المقبلة، تذكّر أن النجومَ التي تراها في سماء الليل ربما تكون قد زالت ربما منذ آلاف ملايين السنين!



تساوي السنة الضوئية ما يقارب 9460 مليون مليون كيلومتر، إذ أن الضوء يقطع هذه المسافة في سنة واحدة. إن الأحجام في الفضاء كبيرةٌ لدرجة تفوق الخيال. فقطر نظامنا الشمسي وحده يبلغ 12 ساعة ضوئية (أي 13000 مليون كيلومتر تقريباً)، بينما يبلغ قطر مجرّتنا، درب اللبّانة، حوالي 100 000 سنة ضوئية!



يمكن للبقايا التي يخلّفها انفجار النجم أن تكون كثيفة جداً بحيث تحتجز، أو تبتلع، كل ما يحيط بها، بما في ذلك الضوء: إنها الثقوب السوداء الغامضة!



يحتاج ضوء الشمس إلى ثماني دقائق تقريباً ليصل إلى الأرض (أ). وأقرب نجم إلى الأرض بعد الشمس هو حَضَار Alpha Centaurus، الذي يحتاج ضوؤه إلى 4.2 سنوات لبلوغ الأرض (ب).

2
3

1 لا تزال النجوم تتكوّن إلى اليوم من سُحب الغبار أو الغاز الموجودة في الفضاء.

2 ولكن، إذا تكوّن نجم على مسافة بعيدة جداً من مجرّتنا، فقد لا يبلغ ضوؤه الأرض إلاّ بعد ملايين السنين.

3 أطلِقَ ضوء بعض النجوم منذ ملايين السنين.

ماذا عن المستقبل؟

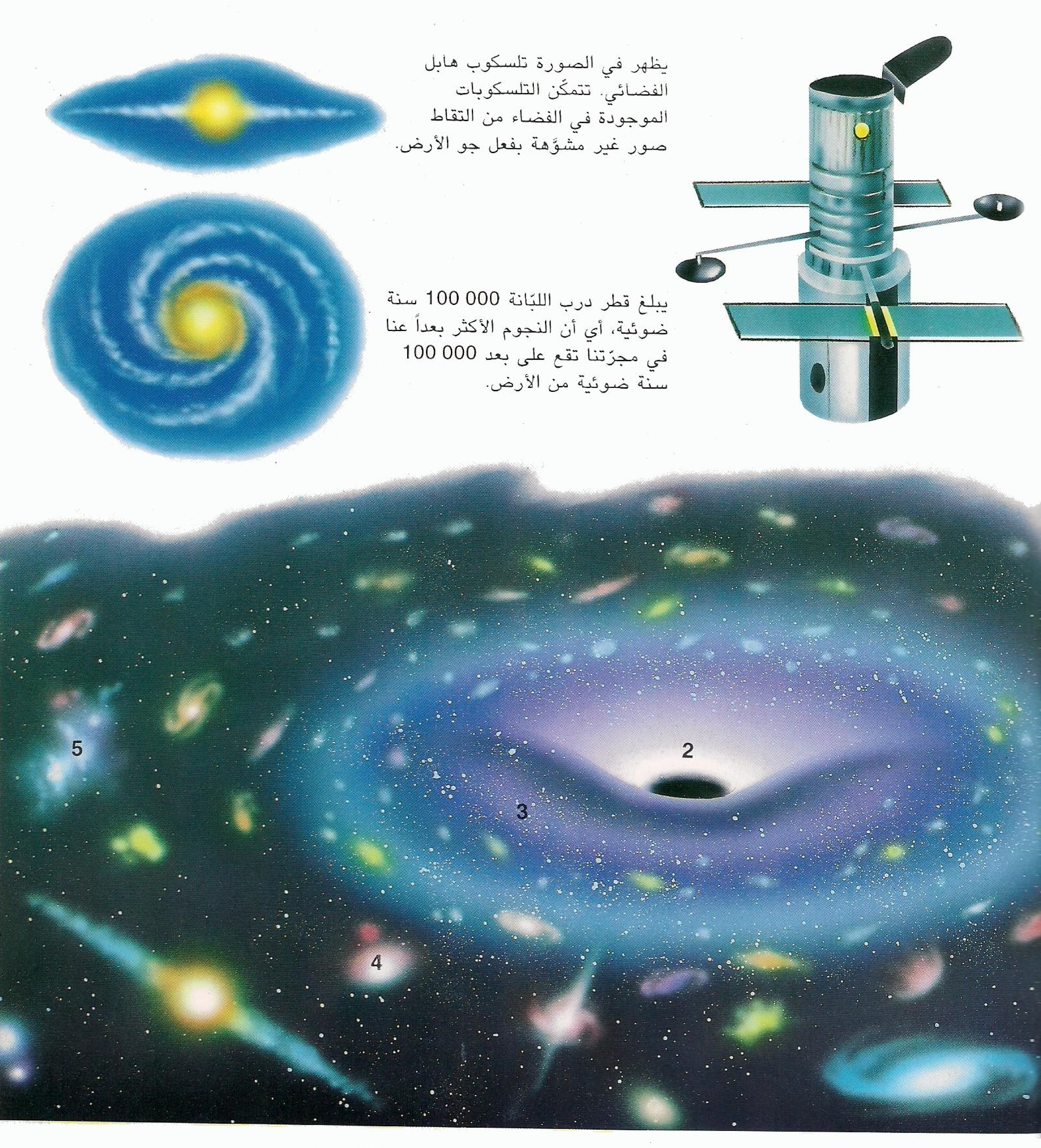
لا يعرفُ العُلماءُ ما الذي سيحدث للكون في المستقبل. قد يستمرُّ الكونُ في التوسُّع. أو قد تؤدي قوّةُ جاذبيّتِهِ إلى الحدِّ شيئاً فشيئاً من توسُّعه، حتى يتوقَّف تماماً. ويعتقدُ بعضُ العلماء أن الكونَ قد يعودُ عندئذٍ إلى التقلُّص والتركُز ومن ثَمَّ إلى الانفجار على شكل انفجارٍ عظيمٍ جديد. ومن المحتمَلِ أيضاً أن يكون الكونُ قد تعرَّضَ في الماضي لعدّة انفجاراتٍ عظيمةٍ مُماثلة، فمن الصعب جداً معرفة الحقيقة!

تؤكّدُ نظريةُ الكون المُتَذَبذِب أن الكونَ لن يستمرَّ في التوسُّع إلى الأبد. وتقول هذه النظرية إنَّ سُرعةَ توسُّعِ الكون تنخفضُ شيئًا فشيئًا بسبب تأثيرِ قوّة جاذبية المجرّات، وأن التوسُّعَ سوف يتوقّفُ في نهاية الأمر. عندئذٍ، ستقوم الجاذبيةُ بتجميع المجرَّات من جديدٍ لتشكيلِ كُتلةٍ واحدةٍ ترتفعُ درجةُ حرارتِها وتنفجر فتتسبب بتوسّع جديد، وهكذا دواليك في دورة لا تتوقف. ويؤكِّدُ بعضُ العلماءِ أنّهم وجدوا إثباتاتٍ على انخِفاضٍ معيَّن في سرعة توسُّع الكون، وأنّ هذه الدورةَ من حياةِ الكون سوف تنقضي، وفقاً لحساباتهم، بعد حوالي 000 100 مليون سنة يعود بعدها الكون الي التركّز في نقطة واحدة.



لم يتفق العلماء بعد على ما إذا كان الكون مفتوحاً أو مغلقاً. فإذا كان الكون مفتوحاً، فسوف يستمر في التوسّع إلى ما لا نهاية. أمّا إذا كان مقفلاً فسوف يتوقّف عن التوسّع في وقت من الأوقات ويعود إلى التقلص من جديد.

1 تنجذب المجرّات بفعل قوّة جاذبيّتها إلى نقطة واحدة.



يظهر في الصورة تلسكوب هابل الفضائي. تتمكّن التلسكوبات الموجودة في الفضاء من التقاط صور غير مشوَّهة بفعل جو الأرض.

يبلغ قطر درب اللبّانة 100 000 سنة ضوئية، أي أن النجوم الأكثر بعداً عنا في مجرّتنا تقع على بعد 100 000 سنة ضوئية من الأرض.

2 تتركّز جميع المادة والطاقة الموجودتين في الكون.

3 يحصل انفجار كبير يشتّت المادة والطاقة في جميع الاتجاهات.

4 يستمر الكون في التوسّع.

5 يتوقّف توسّع الكون وتعود المجرّات من جديد يقتربُ بعضُها من بعض. وتبدأ دورة جديدة.

فهرس

إلكترون electron: جُسَيم دون ذرّي، أي أنه جزء من الذرّة. يحمل الالكترون شحنة سلبية وله كتلة أصغر 1840 مرة من كتلة البروتون.

بروتون proton: جُسيم يوجد في نواة الذرة ويحمل شحنة كهربائية إيجابية.

بليون billion: كمية تساوي مليون مليون، أي 000 000 000 1000.

جسيمات دون ذرية subatomic particles: جسيمات أصغر حجماً من الذرّات. وتشمل هذه الجسيمات الالكترونات والبروتونات والنيوترونات الخ...، التي تؤلّف الذرات.

حشدٌ نَجمي star cluster: مجموعةٌ من النجوم التي توجد معاً في الفضاء والتي تشكّلت في وقت واحد. تتجمّع المجرّات أيضاً في حشود وركامات كبيرة.

سنة ضوئية light-year: المسافة التي يقطعها الضوء في سنة واحد. وبما أن الضوء ينتقل بسرعة 000 300 كيلومتر بالثانية فإن كل سنة ضوئية تساوي 9.5 بلايين كيلومتر.

شهاب meteor: وهو الأثر المضيء الذي نراه عندما يحترق نيزك (جسيم من الغبار أو حجر يسير بسرعة كبيرة في الفضاء) عند دخوله جو الأرض.

كثافة density: العلاقة التي تربط كتلة الشيء بالحجم الذي يشغله.

كوازار (شبه نجم) quasar: جسم كثيف متراص وشديد السطوع يبدو نجماً للناظر إليه من الأرض. من المرجّح أن تكون الكوازارات نوى مجرّات ناشطة قد تشكّل الثقوب السوداء مصادرَ طاقتها.

مجرّة galaxy: مجموعة نجوم وغاز وغبار تربطها قوة الجاذبية.

مذنَّب comet: جسم صغير مجلَّد يسير في مدار كبير وخارج المركز (منحرف عن المسار الدائري) حول الشمس.

مستعر فائق supernova: انفجار هائل يحدث للنجم عند نهاية حياته ويمكن أن يسطع كمجرّة كاملة.

ميثولوجيا mythology: مجموعة أساطير، وبخاصة الأساطير المتعلقة بالآلهة وأنصاف الآلهة والأبطال الخرافيين عند شعب ما.

المحتويات


عرب كوميكس
www.arabcomics.net

كيف تتكوّن

أصل الكون

سلسلة «علوم الأرض والفضاء» مجموعةٌ من الكتب تتناول ظواهر التحوُّل المتواصل الذي تخضع له الأرض والفضاء. فتُبيِّن، مستعينة بالرسوم الملوَّنة، التغيُّر الذي يصاحِب تبدُّل فصول السنة وتكوُّن البراكين والزلازل وحياة النجوم وأصل الكوْن. كما تتبَّع تشكُّل العواصِف وتدخل إلى قلب الذرَّة.

في هذا الكتاب عن **أصل الكون** وصف لكيفية نشوء الكون منذ حدوث «الانفجار العظيم»، وولادة الضوء، وتشكل المادّة الكونية التي تحوّلت فيما بعد إلى مجرّات وسُدُم ونجوم وكواكب ومذنّبات... وفيه أيضاً معلومات وافية عن الظواهر المرافقة لولادة النجوم وتطوّرها، وتوسع الكون ومستقبله...

